

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-049648

(43)Date of publication of application : 21.02.1995

(51)Int.Cl.

G03H 1/26

(21)Application number : 06-072438

(71)Applicant : HATTORI TOMOHIKO
FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 04.03.1994

(72)Inventor : HATTORI TOMOHIKO
SAITO TAKAYUKI

(30)Priority

Priority number : 05 43644 Priority date : 04.03.1993 Priority country : JP

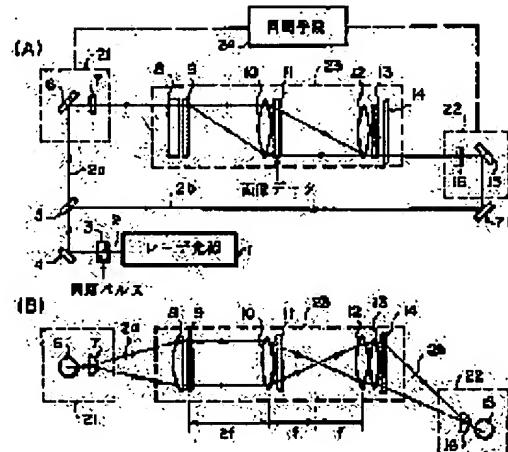
(54) HOLOGRAPHIC STEREOGRAM FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate the need for a mechanism for transferring a hologram recording material of the device for forming a holographic stereogram by scanning this recording material with object light and reference light.

CONSTITUTION: A fresh frame image is written on an SLM (spatial modulating element) 11 when recording of the one frame image displayed on this SLM 11 on the hologram photosensitive material 14 ends. A stage 21 of an optical system for irradiation with the object light and a stage 22 of an optical system for irradiation with the reference light are moved by a prescribed pitch in directions reverse from each other simultaneously therewith, by which the region adjacent to the region already subjected to the hologram recording on the

photosensitive material 14 is irradiated with the object light and the reference light. The fresh hologram is eventually recorded in this region. This procedure is repeated henceforth until the rectangular strip-like hologram images corresponding to all the frame images are recorded in parallel on the photosensitive material 14. The recording of one sheet of the multiplex



hologram(MH) is thus completed.

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An optical system made to converge on a position from which this optical axis direction differs in the 2nd flat surface that is parallel to the inside of the 1st flat surface parallel to a predetermined flat surface and this optic axis characterized by comprising the following, and becomes vertical to this 1st flat surface, An electrical signal writing type spatial light modulation element allotted so that it might become vertical to said optic axis in a position in which a beam diameter spread in [both] said 1st [the] of the latter part of this optical system, and the 2nd flat surface, It is the position which it was completed into said 1st flat surface by object light which supported picture information which penetrated this spatial light modulation element and was inputted into this element, and spread in said 2nd flat surface, And a photosensitive-materials sheet in which a reference beam which consists of said beam for reference beams is allocated by position which overlaps said object light, and a hologram pattern is recorded, It has a spherical lens for carrying out vertical incidence of said object light to this photosensitive-materials sheet, A light-scanning means to make said two divided optical beams scan relatively to said hologram optical system so that a hologram pattern of thin length by interference of said object light and said reference beam may be arranged in parallel one by one and may be made to record on said photosensitive-materials sheet, this light scanning -- -- a holographic stereogram preparation device which is provided with a controller controlled so that picture writing to said spatial light modulation element is made, whenever a fixed quantity is made, and is characterized by things.

A light source which outputs a coherent optical beam.

It is a light dividing means of a beam for object light, and a beam for reference beams divided into a way 2 system about this coherent optical beam.

The 1st optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for object light.

In a preparation device of a holographic stereogram provided with the 2nd optical beam

irradiation optical system that irradiates with this beam for reference beams, and a hologram optical system which forms a hologram on photosensitive materials using these two optical beams, Said hologram optical system is an optic axis of this hologram optical system about a beam for object light from said 1st optical beam irradiation optical system.

[Claim 2]It has a cylindrical lens which makes said beam for object light, and said beam for reference beams emit and output respectively in the 1st flat surface parallel to a predetermined flat surface characterized by comprising the following, A cylindrical lens in which said hologram optical system makes a parallel beam said beam for object light which emitted in said 1st flat surface, While making a beam for object light made into a parallel beam in this 1st flat surface emit in the 2nd flat surface that is parallel to said optic axis and becomes vertical to said 1st flat surface, a tropism diffusion board, An optical system which makes a this beam for object light which emitted converge on a position from which an optical axis direction differs in said 1st flat surface and said 2nd flat surface, An electrical signal writing type spatial light modulation element allotted so that it might become vertical to said optic axis in a position in which a beam diameter spread in [both] said 1st [the] of the latter part of this optical system, and the 2nd flat surface, It is completed into said 1st flat surface by object light which supported picture information which penetrated this spatial light modulation element and was inputted into this element, A photosensitive-materials sheet in which it is the position which spread in said 2nd flat surface, and is allocated by position to which a reference beam which consists of said beam for reference beams overlaps said object light, and a hologram pattern is recorded, It has a spherical lens for carrying out vertical incidence of said object light to this photosensitive-materials sheet, An optical system transportation device to which linear movement of the said 1st and 2nd optical beam irradiation optical systems is relatively carried out to said hologram optical system so that a hologram pattern of thin length by interference of said object light and said reference beam may be arranged in parallel one by one and may be made to record on said photosensitive-materials sheet, said linear movement -- ** -- a holographic stereogram preparation device which is provided with a controller controlled so that picture writing to said spatial light modulation element is made, whenever a fixed quantity is made, and is characterized by things.

A light source which outputs a coherent optical beam.

It is a light dividing means of a beam for object light, and a beam for reference beams divided into a way 2 system about this coherent optical beam.

The 1st optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for object light. In a preparation device of a holographic stereogram provided with the 2nd optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for reference beams, and a hologram optical system which forms a hologram on photosensitive materials using these two optical

beams, Said two optical beam irradiation optical systems are the optic axes of said hologram optical system.

[Claim 3]A spherical lens made into a parallel beam in the 1st flat surface parallel to a flat surface, comprising, While making a beam for object light made into a parallel beam in this 1st flat surface emit in the 2nd flat surface that is parallel to said optic axis and becomes vertical to this 1st flat surface, a tropism diffusion board, An optical system which makes a this beam for object light which emitted converge on a position from which an optical axis direction differs in said 1st flat surface and said 2nd flat surface, An electrical signal writing type spatial light modulation element allotted so that it might become vertical to said optic axis in a position in which a beam diameter spread in [both] said 1st [the] of the latter part of this optical system, and the 2nd flat surface, It is completed into said 1st flat surface by object light which supported picture information which penetrated this spatial light modulation element and was inputted into this element, A photosensitive-materials sheet in which it is the position which spread in said 2nd flat surface, and is allocated by position to which a reference beam which consists of said beam for reference beams overlaps said object light, and a hologram pattern is recorded, A driving means which makes the said 1st and 2nd optical beam scanning means rotate so that it has a spherical lens for carrying out vertical incidence of said object light to this photosensitive-materials sheet, and a hologram pattern of thin length by interference of said object light and said reference beam may be arranged in parallel one by one and may be made to record on said photosensitive-materials sheet. light scanning of said light-scanning means -- ** -- a holographic stereogram preparation device which is provided with a controller controlled so that picture writing to said spatial light modulation element is made, whenever a fixed quantity is made, and is characterized by things.

A light source which outputs a coherent optical beam.

It is a light dividing means of a beam for object light, and a beam for reference beams divided into a way 2 system about this coherent optical beam.

The 1st optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for object light. In a preparation device of a holographic stereogram provided with the 2nd optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for reference beams, and a hologram optical system which forms a hologram on photosensitive materials using these two optical beams, Said two optical beam irradiation optical systems enter said beam for object light, and said beam for reference beams, It has an optical beam scanning means which carries out rotating scanning of these [which were respectively emitted in 1 flat surface] two optical beams in the direction which abbreviated-intersects perpendicularly with this flat surface; and said hologram optical system is an optic axis of this hologram optical system about said beam for object light which emitted.

[Claim 4]A light source which outputs a coherent optical beam.

It is a light dividing means of a beam for object light, and a beam for reference beams divided into a way 2 system about this coherent optical beam.

The 1st optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for object light.

The 2nd optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for reference beams.

A hologram optical system which forms a hologram on photosensitive materials using these two optical beams.

Are the above the holographic stereogram preparation device which it had, and said two optical beam irradiation optical systems, It has a cylindrical lens which makes said beam for object light, and said beam for reference beams emit and output respectively in the 1st flat surface parallel to a predetermined flat surface including an optic axis of said hologram optical system, A cylindrical lens in which said hologram optical system makes a parallel beam said beam for object light which emitted in said 1st flat surface, While making a beam for object light made into a parallel beam in this 1st flat surface emit in the 2nd flat surface that is parallel to said optic axis and becomes vertical to said 1st flat surface, a tropism diffusion board, An optical system which makes a this beam for object light which emitted converge on a position from which an optical axis direction differs in said 1st flat surface and said 2nd flat surface, An electrical signal writing type spatial light modulation element allotted so that it might become vertical to said optic axis in a position in which a beam diameter spread in [both] said 1st [the] of the latter part of this optical system, and the 2nd flat surface, Are completed into said 1st flat surface by object light which supported picture information which penetrated this spatial light modulation element and was inputted into this element, and are the position which spread in said 2nd flat surface, and a reference beam which consists of said beam for reference beams is allocated by position which overlaps said object light, It has a photosensitive-materials sheet in which a hologram pattern is recorded, and a spherical lens for carrying out vertical incidence of said object light to this photosensitive-materials sheet, A light-scanning means to which light scanning of said coherent optical beam is linearly carried out in the preceding paragraph of said light dividing means so that a hologram pattern of thin length by interference of said object light and said reference beam may be arranged in parallel one by one and may be made to record on said photosensitive-materials sheet, said linear light scanning -- ** -- a controller controlled so that picture writing to said spatial light modulation element is made, whenever a fixed quantity is made, [have and] Irrespective of light scanning by said light-scanning means, it is considered as double width and an optical member which leads said light dividing means, said beam for object light, and a beam for reference beams to said hologram optical system becomes in this direction of light scanning so that incidence of

most optical scans can be permitted at least.

[Claim 5]It is a holographic stereogram preparation device given in any 1 paragraph among claims 1-4 which are provided with a shading means which synchronizes with a period of picture writing to said spatial light modulation element, and makes said coherent optical beam pass and intercept, and are characterized by things.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Industrial Application] This invention relates to the holographic stereogram preparation device of the type called a detailed rainbow hologram or an Lippman-type hologram with a small Japanese quince of a reconstruction image, etc. about the preparation device of a white photoregeneration type holographic stereogram.

[0002]

[Description of the Prior Art] The technique using the art of the inside of various stereoscopic model display technique or a holographic stereogram is made theoretic the most ideal, and the rainbow hologram and Lippman-type hologram by which a reconstruction image with a small Japanese quince is observed with the lighting of an ordinary white light source also in it attract attention.

[0003] By necessity sacrificing azimuth difference of a comparatively small perpendicular direction, a rainbow hologram is the technique of making a Japanese quince small with the lighting by a small white light source, and is a transmission type intrinsically.

[0004] When an interference fringe is generated and recorded in layers to the thickness direction of high-resolution photosensitive materials and is illuminated by white light, an Lippman-type hologram is a hologram of the kind which carries out reflection diffraction only of the light of a specified wavelength selectively, and is a reflection type fundamentally.

[0005] On the other hand, the art of the holographic stereogram (HS) compounded to the recording material holographic one is known in recent years by using as an original picture the plane picture seen from several different viewpoints. According to this HS, even if an original picture can be used as a plane picture, and it is not necessary to use a laser beam when creating an original picture and, and a CT image is used or it uses a computer further, it is possible to draw an original picture.

[0006]Usually, in order to observe the reconstruction image of this HS, it is necessary to use a laser beam but, and once it creates the master hologram using the laser beam, it will become possible to acquire a three-dimensional picture according to white light using this master hologram. Thus, the hologram renewable by white light especially among HS(s) is called the multiplex hologram (MH).

[0007]Drawing 8 shows the device which creates MH from a continuous original picture film using the art of such HS.

[0008]Namely, this device the original picture film 411 in which the two-dimensional picture of a series with the azimuth difference with which the film advance mechanism was loaded is recorded from that back, It glares by the laser beam 402a which had the beam diameter adjusted by the lens 407,410, By the projection lens 431, the field lens 412, and cylindrical lens 432 grade, on the record sensitized material 414, the laser beam 402a which penetrated this original picture film 411, supported picture information, and turned into object light is narrowed down long and slender, and it irradiates with it. On the other hand, the laser beam 402b divided from the laser beam 402a is irradiated as a reference beam via the mirror 415 and lens 416 grade by the above-mentioned object light irradiation position on the above-mentioned record sensitized material 414. Thereby, the above-mentioned object light and a reference beam produce interference on the record sensitized material 414, and form a longwise hologram image on this record sensitized material 414.

[0009]This record sensitized material 414 is conveyed a predetermined pitch every to predetermined timing by a sensitized material delivery mechanism. The slit plate 414a is allocated by the front face of this record sensitized material 414 so that record may be made only in the predetermined region of this record sensitized material 414.

[0010]Then, the original picture film 411 with a film advance mechanism with 1 *****. If only a predetermined pitch sends the record sensitized material 414 with a sensitized material delivery mechanism, the procedure of performing hologram recording is repeated, the record sensitized material 414 which hologram recording ended to the piece of all the original picture films 411 is developed, and MH is created.

[0011]In this way, when created MH is made into cylindrical shape and it irradiates with white light to this MH, the stereoscopic model for which it asks inside this cylinder will be formed.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, in the device which creates MH which was mentioned above, The mechanism mechanism is used for transmission of the original picture film 411 and the record sensitized material 414, There was a problem in respect of the accuracy of the hologram created since sheet shaped original picture film 411 and record sensitized material 414 were held directly, and were transmitted and it was [it is easy to shift in the middle of this transmission from an arrester with regular original picture film 411 and record

sensitized material 414 and] easy to produce distortion etc., or creation time.

[0013]Then, development of the device which omitted such a mechanism mechanism is desired, and about transmission of the original picture film 411. What omitted the mechanism mechanism is already known by changing a display image to predetermined timing using the spatial light modulation element which can write in a picture with an electrical signal instead of (SLM), for example, a transmission type liquid crystal television..[this original picture film 411]

[0014]Thus, although it is omissible about the transfer mechanism of the original picture film 411 by use of a spatial light modulation element (SLM), About transmission of the record sensitized material 414, the mechanism mechanism was still used and it was difficult also for the accuracy of a hologram image and speeding up of hologram creation time which were recorded to improve substantially for the transmission mechanism of this record sensitized material.

[0015]An object of this invention is to provide the preparation device of the holographic stereogram which does not need to transmit a record sensitized material when creating a multiplex hologram.

[0016]

[Means for Solving the Problem]It is constituted and a preparation device of the 1st holographic stereogram of the invention in this application becomes so that object light and a reference beam may be made to scan on photosensitive materials and a short fence type hologram may be made to arrange in parallel one by one on these photosensitive materials.

[0017]This invention a light source which outputs a coherent optical beam, and this coherent optical beam Namely, a light dividing means of a beam for object light, and a beam for reference beams divided into a way 2 system, The 1st optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for object light, and the 2nd optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for reference beams, In a preparation device of a holographic stereogram provided with a hologram optical system which forms a hologram on photosensitive materials using these two optical beams, Said hologram optical system a beam for object light from said 1st optical beam irradiation optical system, An optical system made to converge on a position from which this optical axis direction differs in the 2nd flat surface that is parallel to the inside of the 1st flat surface parallel to a predetermined flat surface including an optic axis of this hologram optical system, and this optic axis, and becomes vertical to this 1st flat surface, An electrical signal writing type spatial light modulation element allotted so that it might become vertical to said optic axis in a position in which a beam diameter spread in [both] said 1st [the] of the latter part of this optical system, and the 2nd flat surface, A position which it was completed into said 1st flat surface by object light which supported picture information which penetrated this spatial light modulation element and was inputted into this element, and spread in said 2nd flat surface is characterized by comprising:

And a photosensitive-materials sheet in which a reference beam which consists of said beam for reference beams is allocated by position which overlaps said object light, and a hologram pattern is recorded.

It has a spherical lens for carrying out vertical incidence of said object light to this photosensitive-materials sheet, A light-scanning means to make said two divided optical beams scan relatively to said hologram optical system so that a hologram pattern of thin length by interference of said object light and said reference beam may be arranged in parallel one by one and may be made to record on said photosensitive-materials sheet.

this light scanning -- ** -- a controller controlled so that picture writing to said spatial light modulation element is made, whenever a fixed quantity is made.

[0018]A preparation device of the 2nd holographic stereogram of the invention in this application, It is constituted and becomes so that linear movement of the hologram optical system for recording a hologram on photosensitive materials may be relatively carried out to an object light irradiation optical system and a reference beam irradiation optical system, object light and a reference beam may be made to scan and a short fence type hologram may be made to arrange in parallel one by one on the above-mentioned photosensitive materials..

[0019]This invention a light source which outputs a coherent optical beam, and this coherent optical beam Namely, a light dividing means of a beam for object light, and a beam for reference beams divided into a way 2 system, The 1st optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for object light, and the 2nd optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for reference beams, In a preparation device of a holographic stereogram provided with a hologram optical system which forms a hologram on photosensitive materials using these two optical beams, It has a cylindrical lens which makes said beam for object light, and said beam for reference beams emit and output respectively in the 1st flat surface where said two optical beam irradiation optical systems are parallel to a predetermined flat surface including an optic axis of said hologram optical system, A cylindrical lens in which said hologram optical system makes a parallel beam said beam for object light which emitted in said 1st flat surface, While making a beam for object light made into a parallel beam in this 1st flat surface emit in the 2nd flat surface that is parallel to said optic axis and becomes vertical to said 1st flat surface, a tropism diffusion board, The latter part of an optical system which makes a this beam for object light which emitted converge on a position from which an optical axis direction differs in said 1st flat surface and said 2nd flat surface, and this optical system, An electrical signal writing type spatial light modulation element allotted so that it might become vertical to said optic axis in a position in which a beam diameter spread in [both] the said 1st and 2nd flat surfaces, It is completed into said 1st flat surface by object light which supported picture information which penetrated this spatial light modulation element

and was inputted into this element, and a position which spread in said 2nd flat surface is characterized by comprising the following:

And a photosensitive-materials sheet in which a reference beam which consists of said beam for reference beams is allocated by position which overlaps said object light, and a hologram pattern is recorded.

It has a spherical lens for carrying out vertical incidence of said object light to this photosensitive-materials sheet, An optical system transportation device to which linear movement of the said 1st and 2nd optical beam irradiation optical systems is relatively carried out to said hologram optical system so that a hologram pattern of thin length by interference of said object light and said reference beam may be arranged in parallel one by one and may be made to record on said photosensitive-materials sheet.

said linear movement -- ** -- a controller controlled so that picture writing to said spatial light modulation element is made, whenever a fixed quantity is made.

[0020]A preparation device of the 3rd holographic stereogram of the invention in this application, As opposed to a hologram optical system for recording a hologram on photosensitive materials, A light-scanning means allotted to each of an object light irradiation optical system and a reference beam irradiation optical system performs rotation light scanning of object light and a reference beam, and it is constituted and becomes so that a short fence type hologram may be made to arrange in parallel one by one on the above-mentioned photosensitive materials.

[0021]This invention a light source which outputs a coherent optical beam, and this coherent optical beam Namely, a light dividing means of a beam for object light, and a beam for reference beams divided into a way 2 system, The 1st optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for object light, and the 2nd optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for reference beams, In a preparation device of a holographic stereogram provided with a hologram optical system which forms a hologram on photosensitive materials using these two optical beams, Said two optical beam irradiation optical systems enter said beam for object light, and said beam for reference beams, It has an optical beam scanning means which carries out rotating scanning of these [which were respectively emitted in 1 flat surface] two optical beams in the direction which abbreviated-intersects perpendicularly with this flat surface, A spherical lens in which said hologram optical system makes a parallel beam said beam for object light which emitted in the 1st flat surface parallel to a flat surface including an optic axis of this hologram optical system, While making a beam for object light made into a parallel beam in this 1st flat surface emit in the 2nd flat surface that is parallel to said optic axis and becomes vertical to this 1st flat surface, a tropism diffusion board, The latter part of an optical system which makes a this beam for object light

which emitted converge on a position from which an optical axis direction differs in said 1st flat surface and said 2nd flat surface, and this optical system, An electrical signal writing type spatial light modulation element allotted so that it might become vertical to said optic axis in a position in which a beam diameter spread in [both] the said 1st and 2nd flat surfaces, It is completed into said 1st flat surface by object light which supported picture information which penetrated this spatial light modulation element and was inputted into this element, and a position which spread in said 2nd flat surface is characterized by comprising the following: And a photosensitive-materials sheet in which a reference beam which consists of said beam for reference beams is allocated by position which overlaps said object light, and a hologram pattern is recorded.

A driving means which makes the said 1st and 2nd optical beam scanning means rotate so that it has a spherical lens for carrying out vertical incidence of said object light to this photosensitive-materials sheet, and a hologram pattern of thin length by interference of said object light and said reference beam may be arranged in parallel one by one and may be made to record on said photosensitive-materials sheet.

light scanning of said light-scanning means -- ** -- a controller controlled so that picture writing to said spatial light modulation element is made, whenever a fixed quantity is made.

[0022]A preparation device of the 4th holographic stereogram of the invention in this application, It scans, before dividing an optical beam from a light source into a beam for object light, and a beam for reference beams, And an optical member for drawing a light dividing means and these two optical beams so that these [which were scanned with this scan] two optical beams can be led to a hologram optical system is carried out in the direction of light scanning with double width, It is constituted and becomes so that object light and a reference beam may be made to scan on photosensitive materials by this and a hologram of stick-shape may be made to arrange in parallel one by one on this photosensitive element.

[0023]A light source which outputs a coherent optical beam, and this coherent optical beam Namely, a light dividing means of a beam for object light, and a beam for reference beams divided into a way 2 system, The 1st optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for object light, and the 2nd optical beam irradiation optical system that irradiates with this beam for reference beams, In a preparation device of a holographic stereogram provided with a hologram optical system which forms a hologram on photosensitive materials using these two optical beams, It has a cylindrical lens which makes said beam for object light, and said beam for reference beams emit and output respectively in the 1st flat surface where said two optical beam irradiation optical systems are parallel to a predetermined flat surface including an optic axis of said hologram optical system, A cylindrical lens in which said hologram optical system makes a parallel beam said beam for object light which emitted in

said 1st flat surface, While making a beam for object light made into a parallel beam in this 1st flat surface emit in the 2nd flat surface that is parallel to said optic axis and becomes vertical to said 1st flat surface, a tropism diffusion board, The latter part of an optical system which makes a this beam for object light which emitted converge on a position from which an optical axis direction differs in said 1st flat surface and said 2nd flat surface, and this optical system, An electrical signal writing type spatial light modulation element allotted so that it might become vertical to said optic axis in a position in which a beam diameter spread in [both] the said 1st and 2nd flat surfaces, It is completed into said 1st flat surface by object light which supported picture information which penetrated this spatial light modulation element and was inputted into this element, A photosensitive-materials sheet in which it is the position which spread in said 2nd flat surface, and is allocated by position to which a reference beam which consists of said beam for reference beams overlaps said object light, and a hologram pattern is recorded, It has a spherical lens for carrying out vertical incidence of said object light to this photosensitive-materials sheet, A light-scanning means to which light scanning of said coherent optical beam is linearly carried out in the preceding paragraph of said light dividing means so that a hologram pattern of thin length by interference of said object light and said reference beam may be arranged in parallel one by one and may be made to record on said photosensitive-materials sheet, said linear light scanning -- ** -- it has a controller controlled so that picture writing to said spatial light modulation element is made, whenever a fixed quantity is made, and an optical member which leads said light dividing means, said beam for object light, and a beam for reference beams to said hologram optical system, Irrespective of light scanning by said light-scanning means, it is considered as double width and becomes in this direction of light scanning so that incidence of most optical scans can be permitted at least.

[0024]In a preparation device of the four above-mentioned holographic stereograms, it is also possible to establish a shading means which synchronizes with a period of picture writing to said spatial light modulation element, and makes said coherent optical beam pass and intercept.

[0025]

[Function]In the device of the above-mentioned invention in this application, by moving relatively the beam for object light and the beam for reference beams, and a hologram optical system, Object light and a reference beam are scanned, it is constituted so that the position on the record sensitized material in which these object light and a reference beam interfere may shift to the transverse direction one by one, and it is constituted so that the hologram recording regions of the shape of a short fence corresponding to each picture displayed on the optical spatial modulation element may be arranged in parallel and formed on a record sensitized material.

[0026]Thus, since no transmission mechanism of a record sensitized material is used in the

device of the invention in this application, and a sheet shaped record sensitized material does not stop in an exact position like before or distortion does not arise, It becomes possible to attain speeding up of the accuracy of the created hologram, the stability of a reproduced image, and also this hologram creation time.

[0027]Relative displacement of the above-mentioned optical system or timing of light scanning by a light-scanning means, The picture for which it will not ask to the boundary part of each hologram recording regions on photosensitive materials if it is made to synchronize with the write timing of the picture to a spatial light modulation element and is made to make the optical beam from a light source pass and intercept is not recorded, At the time of hologram reproduction, it becomes possible to acquire the exact three-dimensional picture for which it asks.

[0028]

[Example]Hereafter, it explains, referring to drawings for the example of this invention.

[0029]Drawing 1 shows the holographic stereogram device concerning the 1st example of this invention, (A) is a top view and a part of (B) is a front view. That is, this device outputs the laser beam 2 from the laser light source 1, opens the shutter of the shuttering device 3 to predetermined timing, and passes the laser beam 2. It is reflected by the mirror 4 and the laser beam 2 which passed this shutter is divided into the beam 2a for object light, and beam 2b for reference beams by the half mirror 5. Then, the beam 2a for object light enters into the object light irradiation optical system stage 21, and, on the other hand, the beam for reference beams enters into the reference beam irradiation optical system stage 22.

[0030]The reflective mirror 6 and the cylindrical lens 7 are arranged on this object light irradiation optical system stage 21, It is reflected by this reflective mirror 6, and with the cylindrical lens 7, the beam 2a for object light which entered into this stage 21 can extend a beam diameter only to a sliding direction (it is [below direction; that becomes vertical to space in drawing 1 (A)] the same), and it is irradiated with it in the hologram optical system stage 23 direction.

[0031]On the other hand, the reflective mirror 15 and the cylindrical lens 16 are arranged on the reference beam irradiation optical system stage 22, It is reflected by the reflective mirror 15, and with the cylindrical lens 16, beam 2b for reference beams which entered into this stage 22 can extend a beam diameter only to a sliding direction, and it is irradiated with it in the hologram optical system stage 23 direction.

[0032]On the hologram optical system stage 23, the cylindrical lens 8, the one-way nature diffusion board 9, the convergent lens 10, the spatial light modulation element (SLM) 11, the convergent lens 12, the cylindrical lens 13, and the hologram photosensitive materials 14 are arranged sequentially from the object light irradiation optical system stage 21 side. Namely, the beam 2a for object light which could extend the beam diameter to the sliding direction and was

made into the linear beam is made into a parallel beam with the cylindrical lens 8 in a sliding direction, It is considered as the light which was allotted immediately after the cylindrical lens 8 and which was diffused with the tropism diffusion board 9 on the other hand also in the longitudinal direction (it is [below sliding direction;] the same in drawing 3 (A)), and converges with the convergent lens 10 after this. Since SLM11 is allotted immediately after this convergent lens 10, that approximately whole area will be covered behind behind this SLM11, and the beam 2a for object light will be irradiated.

[0033]This SLM11 is type SLM write-in [electric], for example, is a active-matrix form liquid crystal display (LCD) is used.). The image data for one frame is sent out to this SLM11 from the video signal sending device (not shown) provided with the frame memory to predetermined timing.

On SLM11, the picture according to this image data is projected.

[0034]If the beam 2a for object light penetrates SLM11 as which the picture was displayed, it will become the object light which supported this picture information, and this object light is irradiated after this by the line prolonged on the hologram photosensitive materials 14 with the convergent lens 12 and the cylindrical lens 13 in that sliding direction. The irradiation position of the object light on these photosensitive materials 14 turns into a symmetrical position to the irradiation position of the beam 2a for object light to the cylindrical lens 8 and the optic axis (an optic axis is only called hereafter) of a hologram optical system which were mentioned above.

[0035]The field as the above-mentioned object light irradiation area which extends in a sliding direction on the hologram photosensitive materials 14 at a line where the reference beam beam from the reference beam irradiation optical system stage 22 mentioned above is the same will glare from that rear-face side, an interference fringe will be generated, and a short fence-like interference fringe field will be generated on these photosensitive materials 14.

Thereby, the hologram image corresponding to the 1 frame image displayed on the above-mentioned SLM11 is formed.

[0036]By the way, when creating such a holographic stereogram (HS). Corresponding to a series of frame images of each which have minute azimuth difference mutually, every one short fence-like hologram image is formed, It is necessary to shift the hologram recording position on hologram photosensitive materials little by little but so that the hologram image of the shape of this short fence may be arranged in parallel and formed according to the turn of a frame image, and. In this example device, replace with transmission of the conventional photosensitive materials and an object light irradiation optical system and a reference beam irradiation optical system are respectively fixed on the stages 21 and 22, Linear movement of this is carried out in parallel to a hologram optical system, and he scans object light and a reference beam, and is trying to shift a hologram recording position on the photosensitive

materials 14.

[0037]Namely, after record of a up to [the hologram photosensitive materials 14 of 1 frame image displayed on SLM11] is completed, A new frame image is written in SLM11 and the object light irradiation optical system stage 21 and the reference beam irradiation optical system stage 22 move only a predetermined pitch to an opposite direction mutually simultaneously with this, Object light and a reference beam will be irradiated by the field which adjoined by this the field on the photosensitive materials 14 to which hologram recording was already made, and a new hologram will be recorded on this field. Henceforth, this procedure is repeated, the hologram image of the shape of a short fence corresponding to all the frame images is arranged in parallel and recorded on the photosensitive materials 14, and record of the multiplex hologram (MH) of one sheet is completed.

[0038]The above-mentioned object light irradiation optical system stage 21 and the reference beam irradiation optical system stage 22 consist of a metal surface plate of the common knowledge which fixes an optical system, and are made to move to a longitudinal direction a predetermined pitch every with the mechanism of the common knowledge for performing the straight-line drive of a ball screw etc.

[0039]As for the movement timings of these two stages 21 and 22, the synchronization is taken by the synchronous means 24, and, as for the signal code book lump timing of SLM11, the synchronization is taken by the synchronized signal from this synchronous means 24.

[0040]The synchronization pulse from the synchronous means 24 inputs into the shutter means 3 which intercepts the laser beam 2 from the laser light source 1 synchronizing with the movement timings of a signal code book lump and the stages 21 and 22 of SLM11. A shutter closes to this timing and the laser beam 2 is intercepted. After movement of a signal code book lump and the stages 21 and 22 of SLM11 is completed, the synchronization pulse from the synchronous means 24 inputs into the shutter means 3 again, a shutter opens by this, and the laser beam 2 passes the shutter means 3.

[0041]The procedure of the operation mentioned above is shown in the flow chart of drawing 2. First, frame image data is inputted into SLM11 (S1), next the shutter of the shutter means 3 is opened, a hologram image is recorded on the hologram photosensitive materials 14, and this shutter is closed after specified time elapse (S2). Next, only a predetermined pitch makes the stages 21 and 22 move (S3). then -- only the number of the frame images which should be recorded judges whether the scan (record) was performed -- (S4) -- If it is judged that it is not carried out, operation of the above S1-S3 will be repeated.

[0042]Thus, in this example, since the shutter means 3 which intercepts a laser beam and is made to pass to predetermined timing is established, it becomes possible to record only the hologram image for which it asks on the hologram photosensitive materials 14.

[0043]Next, the 2nd example device of this invention is explained using drawing 3.

[0044]This 2nd example has many members which carry out the thing and function of the 1st example mentioned above in common, therefore he is trying to express the numerals in drawing 3 about what carries out the 1st member and function of an example in common in the number which added 100 to the number of the numerals shown in drawing 1.

[0045]In this drawing 3, (A) is a top view of a device, and (B) is a partial front view of a device.

[0046]Namely, in the 1st example device mentioned above, although the irradiation position of the laser beam 2 to the cylindrical lens 8 and the hologram photosensitive materials 14 is made into the symmetric position to the optic axis in the longitudinal direction, When it does in this way, the hologram reconstruction image from obtained MH turns into an image which carried out the flip horizontal to the original object, for example, the device of making the write-in direction into right-and-left reverse in the case of the writing of the video signal of SLM11 is needed.

[0047]Then, in this 2nd example device, the two relay lenses 131,132 are inserted between SLM111 and the spherical lens 112, The right and left of a picture are again reversed with these two relay lenses 131,132, The hologram reconstruction image from MH obtained by making the irradiation position of the laser beam 102 to the cylindrical lens 108 and the hologram photosensitive materials 114 into the same for the left and the right direction to an optic axis is made to consider it as the image which does not carry out a flip horizontal to the original object.

[0048]In connection with this, the object light irradiation optical system stage 121 and the reference beam irradiation optical system stage 122 move to a uniform direction mutually to the hologram optical system stage 123. Namely, in the example device of the above 1st the irradiation position to the cylindrical lens 8 and the hologram photosensitive materials 14 of the laser beam 2, Although it becomes a symmetrical position mutually to an optic axis, and the reference beam irradiation optical system stage 22 which ejects a reference beam for this reason moves to an opposite direction as mutually as the object light irradiation optical system stage 21 and each hologram recording is made to be made, Since the irradiation position to the cylindrical lens 108 and the hologram photosensitive materials 114 of the laser beam 102 serves as the same for the left and the right direction with this 2nd example device, The two exposure stages 121,122 of each other are made to move in the same for the left and the right direction, and it becomes possible to record only a hologram image as performing record of a up to [the photosensitive materials 114 of the hologram image corresponding to each frame image on SLM111].

[0049]Next, the 2nd example device of this invention is explained using drawing 3.

[0050]This 2nd example has many members which carry out the thing and function of the 1st example mentioned above in common, therefore he is trying to express the numerals in drawing 3 about what carries out the 1st member and function of an example in common in the

number which added 100 to the number of the numerals shown in drawing 1.

[0051]In this drawing 3, (A) is a top view of a device, and (B) is a partial front view of a device.

[0052]Namely, in the 1st example device mentioned above, although the irradiation position of the laser beam 2 to the cylindrical lens 8 and the hologram photosensitive materials 14 is made into the symmetric position to the optic axis in the longitudinal direction, When it does in this way, the hologram reconstruction image from obtained MH turns into an image which carried out the flip horizontal to the original object, for example, the device of making the write-in direction into right-and-left reverse in the case of the writing of the video signal of SLM11 is needed.

[0053]Then, in this 2nd example device, the two relay lenses 131,132 are inserted between SLM111 and the spherical lens 112, The right and left of a picture are again reversed with these two relay lenses 131,132, The hologram reconstruction image from MH obtained by making the irradiation position of the laser beam 102 to the cylindrical lens 108 and the hologram photosensitive materials 114 into the same for the left and the right direction to an optic axis is made to consider it as the image which does not carry out a flip horizontal to the original object.

[0054]In connection with this, the object light irradiation optical system stage 121 and the reference beam irradiation optical system stage 122 move to a uniform direction mutually to the hologram optical system stage 123. Namely, in the example device of the above 1st the irradiation position to the cylindrical lens 8 and the hologram photosensitive materials 14 of the laser beam 2, Although it becomes a symmetrical position mutually to an optic axis, and the reference beam irradiation optical system stage 22 which ejects a reference beam for this reason moves to an opposite direction as mutually as the object light irradiation optical system stage 21 and each hologram recording is made to be made, Since the irradiation position to the cylindrical lens 108 and the hologram photosensitive materials 114 of the laser beam 102 serves as the same for the left and the right direction with this 2nd example device, The two exposure stages 121,122 of each other are made to move in the same for the left and the right direction, and it is made to perform record of a up to [the photosensitive materials 114 of the hologram image corresponding to each frame image on SLM111].

[0055]In this 2nd example device, the two irradiation optical system stages 121,122 are fixed, and it is also possible to move the hologram optical system stage 123 to a longitudinal direction.

[0056]As shown in drawing 3, to the longitudinal-direction converging position of object light the movable slit-like spatial filter 181, If the fixed slit shape spatial filter 182 is allocated in a sliding direction converging position and it is made to pass object light through these filters 181,182, the high order diffracted light can be cut and the image quality of a hologram can be raised.

[0057]Next, the 3rd example device of this invention is explained using drawing 4.

[0058]As for this 3rd example device, an object light irradiation optical system and a reference beam irradiation optical system are respectively provided with the polygon mirror 242,244, It is constituted by the member which carries out the 2nd example device and abbreviated function shown in drawing 3 in common except the lens of the beginning of the hologram optical system 223 which receives object light and a reference beam comprising a spherical lens.

Therefore, in the number which added 100 to the number of the numerals shown in drawing 3 about what is common in the 2nd member and function of an example device, he is trying to express the numerals in drawing 4, and the detailed explanation is omitted.

[0059]In this drawing 4, (A) is a top view of a device, and (B) is a partial front view of a device.

[0060]An object light irradiation optical system in this 3rd example device The one-way beam expander 241a, It is constituted by the cylindrical lens 241b and the polygon mirror 242, and the reference beam irradiation optical system is constituted by the one-way beam expander 243a, the cylindrical lens 243b, and the polygon mirror 244.

[0061]The beam 202a for object light divided with the beam 202b for reference beams with the half mirror 205 can extend a beam diameter only to one way with the one-way beam expander 241a, It is made to converge on the polygon mirror 242 with the cylindrical lens 241b, is further reflected by this polygon mirror 242, and enters into the spherical lens 208 in the state where it emitted to the sliding direction. This beam 202a for object light is made to be refracted so that vertical incidence may be carried out to the tropism diffusion board 209 on the other hand by the longitudinal direction while it is made into a parallel beam with the spherical lens 208 in a sliding direction.

[0062]Then, the object light changed in SLM211 by the hologram optical system 123 of the 2nd example device mentioned above and the hologram optical system 223 constituted similarly is irradiated on hologram sensitized material top 214.

[0063]On the other hand, the beam 202b for reference beams can extend a beam diameter only one way with the one-way beam expander 243a, It is made to converge on the polygon mirror 244 with the cylindrical lens 243b, it is made to reflect by this polygon mirror 244, and enters into the spherical lens 245 of the hologram optical system 223 as a reference beam. It is made for a reference beam to be refracted with this spherical lens 245, and you are made to be refracted so that it may enter at right angles to the rear face of the hologram photosensitive materials 245 in a longitudinal direction.

[0064]Thus, object light and a reference beam are irradiated by the same field (short fence field long and slender to a sliding direction) of the hologram photosensitive materials 214, and the hologram corresponding to 1 frame image displayed on this field by SLM211 is recorded.

[0065]Mutually, as for the two polygon mirrors 242,244, the synchronization is taken by the

synchronous means 224 so that object light and a reference beam may be irradiated by the position to which the rear surface of the hologram photosensitive materials 214 always corresponds in a counter direction so that it may rotate at the same speed, and a phase may be arranged.

[0066]A new frame image is written in SLM211 to predetermined timing by the synchronized signal from the synchronous means 224. A synchronization pulse is inputted into the shutter means 203 from the synchronous means 224 to the timing which the writing of a frame image ends to this SLM211, Only in a next predetermined period, the shutter of the shutter means 203 is set as an opened state, and the hologram image corresponding to the frame image on SLM211 is recorded on the hologram photosensitive materials 214 in the period when this shutter was made into the opened state.

[0067]Tens - hundreds of frame images are written in SLM211 at one scan period of the laser beam 202 by the above-mentioned polygon mirror 242,244, According to this, opening and closing of the shutter of the shutter means 203 will be performed, and the short fence-like hologram image according to the number of the frame images will be recorded on the hologram photosensitive materials 214 of one sheet.

[0068]In this 3rd example, it is also possible to replace with the polygon mirror 242,244, for example, to use other rotation light-scanning means, such as a galvanometer mirror.

[0069]Next, the 4th example device of this invention is explained using drawing 5.

[0070]In this drawing 5, (A) is a top view of a device, and (B) is a partial front view of a device.

[0071]This 4th example device is scanning the laser beam from a light source by the mirror of the preceding paragraph of the half mirror which divides the beam for object light, and the beam for reference beams.

The synchronous means which is needed in order to synchronize mutually and to scan the beam for object light and the beam for reference beams like three example devices mentioned above becomes unnecessary.

[0072]Namely, as shown in drawing 5, the mirror 304 which reflects the laser beam 302 from the laser light source 301 moves this 4th example device in the direction of arrow A linearly. In the system the laser beam 302 is indicated to be by a figure inner substance line when the mirror 304 is located in the position 304a -- the system the laser beam 302 is indicated to be according to the two-dot chain line in a figure when you follow a way and this mirror 304 is made to move to the position 304b -- a way will be followed. The half mirror 305 is constituted by the double width shape which can cover this whole scan size according to the scan of this laser beam 302, When the mirror 304 is located in the position 304a, it is divided into the beam 302a for object light, and the beam 302b for object light by the half mirror 305, and it will be divided into beam 302a' for object light, and beam 302b' for reference beams when the mirror

304 moves to the position 304b. When the mirror 304 is located between the two above-mentioned positions 304a and 304b, as for the beam for object light, the beam for reference beams will follow the two beams 302b and the system way between 302b' between the two beams 302a and 302a'.

[0073]Thus, by scanning the laser beam 302 by the mirror 304, the beam 302a for object light and the beam 302b for reference beams will synchronize thoroughly, and will be scanned.

[0074]Since these scan sizes are covered in connection with the beam 302a for these object light and the beam 302b for reference beams being scanned, the mirror 306,315,371 and the cylindrical lens 307,316 are constituted so that it may become double width in the scanning direction of this beam.

[0075]The drive mechanism of various common knowledge can be used as a mechanism for driving the mirror 304 for the above-mentioned laser beam scan, For example, the electrode holder to which this mirror 304 was made to fix is allocated on a ball screw, and it may be made to move this a predetermined pitch every according to the input of predetermined synchronized signals (Vertical Synchronizing signal of NTSC, etc.) with a drive motor.

[0076]What is necessary is just to be able to make this laser beam 302 scan linearly on the half mirror 305 in this example device, For example, the thing of composition of having replaced with the above-mentioned half mirror 304 which carries out linear movement, and having combined a rotation light-scanning means and ftheta lenses, such as a polygon mirror and a galvanometer mirror, can also be used.

[0077]The hologram optical system 323 of this 4th example device is constituted by the member which carries out the 1st hologram optical system stage 23 and abbreviated function of an example device shown in drawing 1 in common, Therefore, in the number which added 300 to the number of the numerals shown in drawing 1 about what is common in the 1st member and function of an example device, he is trying to express the numerals in drawing 5, and the detailed explanation is omitted.

[0078]According to the 4th example device constituted as mentioned above, like the 1st example device, A desired hologram is recordable on the hologram photosensitive materials 314, And the two irradiation optical system stages 321,322 are not moved, ** is also good, and since it is not necessary to take a synchronization about these movements, it becomes possible to shorten hologram creation time further compared with this 1st example device.

[0079]By the way, in four example devices mentioned above, the cylindrical lens 13,113,213,313 is arranged between the spherical lenses 12,112,212,312 arranged on the hologram photosensitive materials 14,114,214,314 and its this side by each. Hereafter, an operation of this cylindrical lens 13,113,213,313 is explained using drawing 6. Since each operation of the cylindrical lens 13,113,213,313 is the same in four example devices, it explains taking the case of the cylindrical lens 113 of the 2nd example device. (A) of drawing 6

shows the top view of a device, and (B) shows the front view of a device.

[0080]That is, as shown in drawing 6, object light is made into almost parallel light with the spherical lens 112 in a sliding direction, but supposing the cylindrical lens 113 is not inserted, the photosensitive materials 114 will glare as a parallel beam as it is. Therefore, from being emitted to angular orientation which is different little by little for every wavelength for the reason the degree of angle of diffraction changes with wavelength as a parallel beam, if white light is irradiated by these hologram photosensitive materials 114 when reproducing a hologram. If those who look at these hologram photosensitive materials 114 change that angle to see from the rear-face side of the hologram photosensitive materials 114, the phenomenon in which a color changes according to it will be produced.

[0081]Then, in [insert the cylindrical lens 113 between the spherical lens 112 and the hologram photosensitive materials 114 like the example mentioned above, and] a sliding direction, A hologram image is recorded in the state where it is completed as the prescribed position behind the hologram photosensitive materials 114 by the object light 102a, Even if it irradiates these hologram photosensitive materials 114 with white light at the time of reproduction of a hologram image, he is trying to converge on the prescribed position behind these hologram photosensitive materials 114 respectively for every light of each wavelength. Although these converging positions will differ little by little in a sliding direction according to the difference in wavelength, unless the position of eyes is changed; even if it changes the angle to see, the color of a hologram stereoscopic picture does not change.

[0082]As a holographic stereogram preparation device of this invention, it is not restricted to the thing of the above-mentioned example, in addition change of various modes is possible.

[0083]For example, although the hologram preparation device of the reflective type applied to what is called an Lippman-type hologram etc. which irradiates the field according to rear surface of hologram photosensitive materials with object light and a reference beam respectively is shown in the above-mentioned example, Of course, this invention can also apply object light and a reference beam to the hologram preparation device of the penetration type applied to what is called a rainbow hologram etc. with which the same field of hologram photosensitive materials is irradiated.

[0084]Although the above-mentioned example explains the preparation device of the hologram for white photoregeneration, it can also apply this invention device to the preparation device of the hologram for monochromatic light reproduction.

[0085]It is also possible to apply to the hologram preparation device of a color picture.

[0086]Being able to apply also to the device which creates the hologram image which has azimuth difference not only in a longitudinal direction but in a sliding direction, the recording pattern of each thin length recorded on hologram photosensitive materials in this case comprises what arranged the punctiform recording pattern to the sliding direction.

[0087]As shown, for example in drawing 7, the convergent lens 161 is inserted in the latter part of SLM, it is also possible to make it the beam for object light irradiated at right angles to SLM in a longitudinal direction, and if it does in this way, a better hologram image can be obtained.

[0088]If the cylindrical lens or spherical lens which has positive refracting power is inserted in the latter part of a tropism diffusion board on the other hand, an optical beam can be used more effectively and it is desirable.

[0089]Although it is considered as the shading means which makes a laser beam pass and intercept to predetermined timing in the above-mentioned example and the shutter means is used, As long as the shading means can control passage of light, and interception correctly according to a predetermined synchronization pulse, it may be based on what kind of composition, and passage of light and interception may be controlled by deflecting light.

[0090]

[Effect of the Invention]As explained above, according to the holographic stereogram preparation device of this invention. Whenever a new picture is displayed on a spatial light modulation element, he is trying to move the optical irradiation position on hologram photosensitive materials by moving relatively the beam for object light, and the beam for reference beams to a hologram optical system.

[0091]That is, the hologram image corresponding to each frame image which object light and a reference beam were scanned on photosensitive materials, and was displayed on the spatial light modulation element can be arranged in parallel and formed on hologram photosensitive materials.

[0092]Since the transmission mechanism of the conventional hologram photosensitive materials becomes unnecessary as for this and there is no possibility that a sheet shaped recording material may not stop in an exact position like before, or distortion may arise, speeding up of the accuracy of the created hologram, the stability of a reproduced image, and hologram creation time can be attained. Such an effect can raise efficiency more conjointly with replacing with the transfer system of an original picture film, and using a spatial light modulation element.

[0093]About hologram creation time, in order to record MH of one sheet, what was required conventionally for several hours was substantially shortened with about about ten seconds.

[Translation done.]

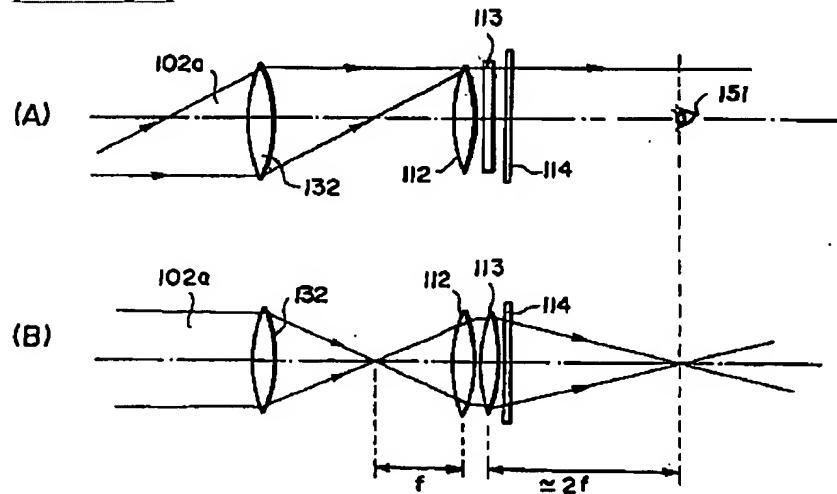
*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

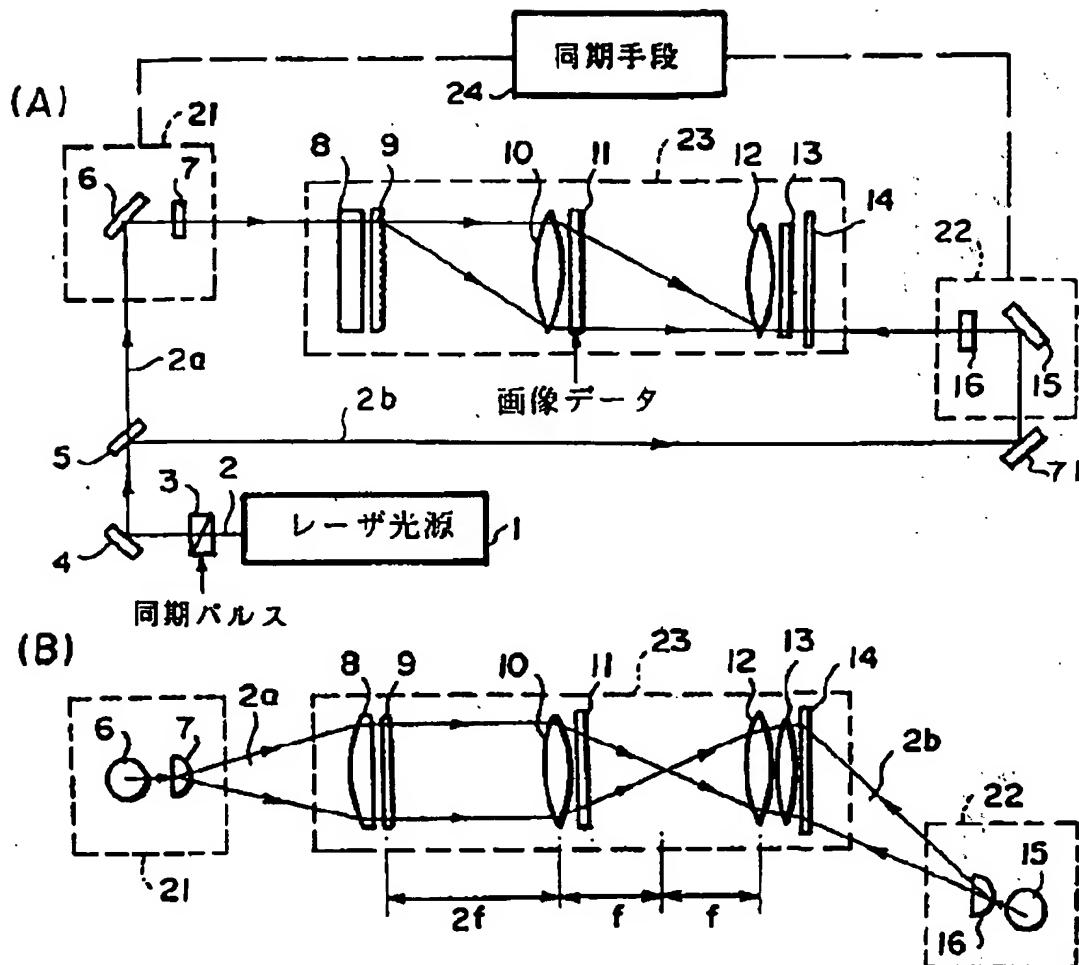
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

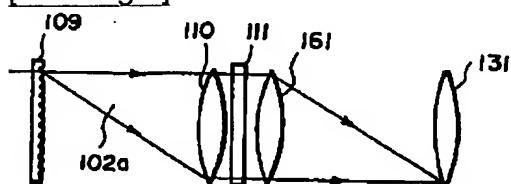
[Drawing 6]



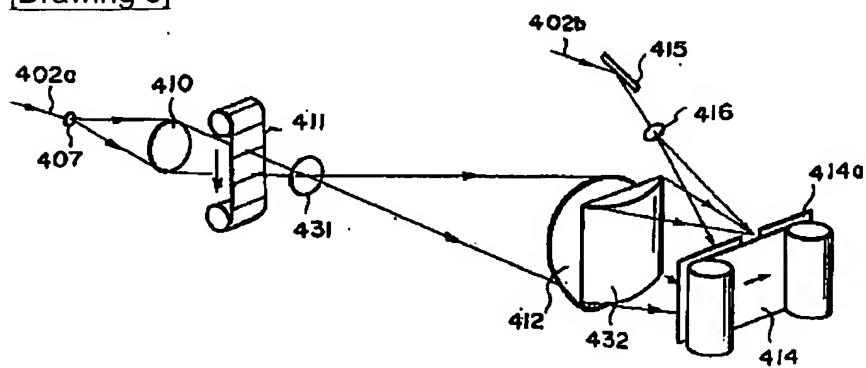
[Drawing 1]



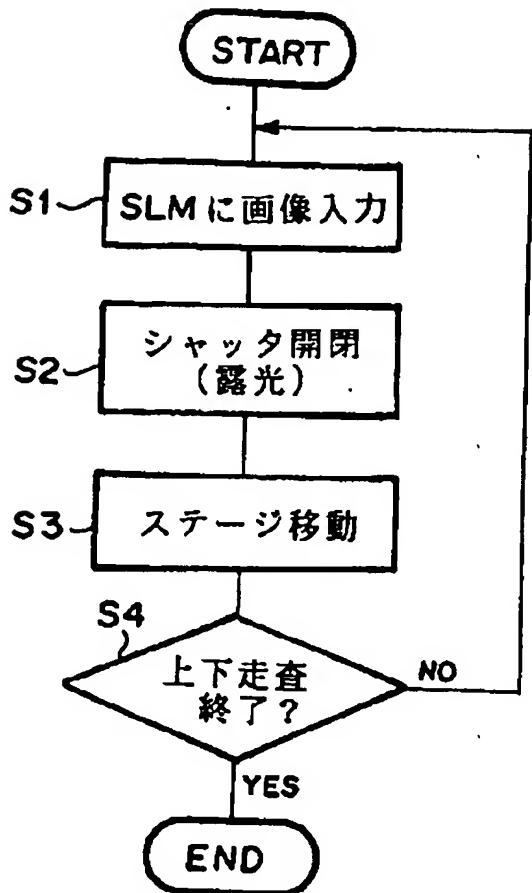
[Drawing 7]



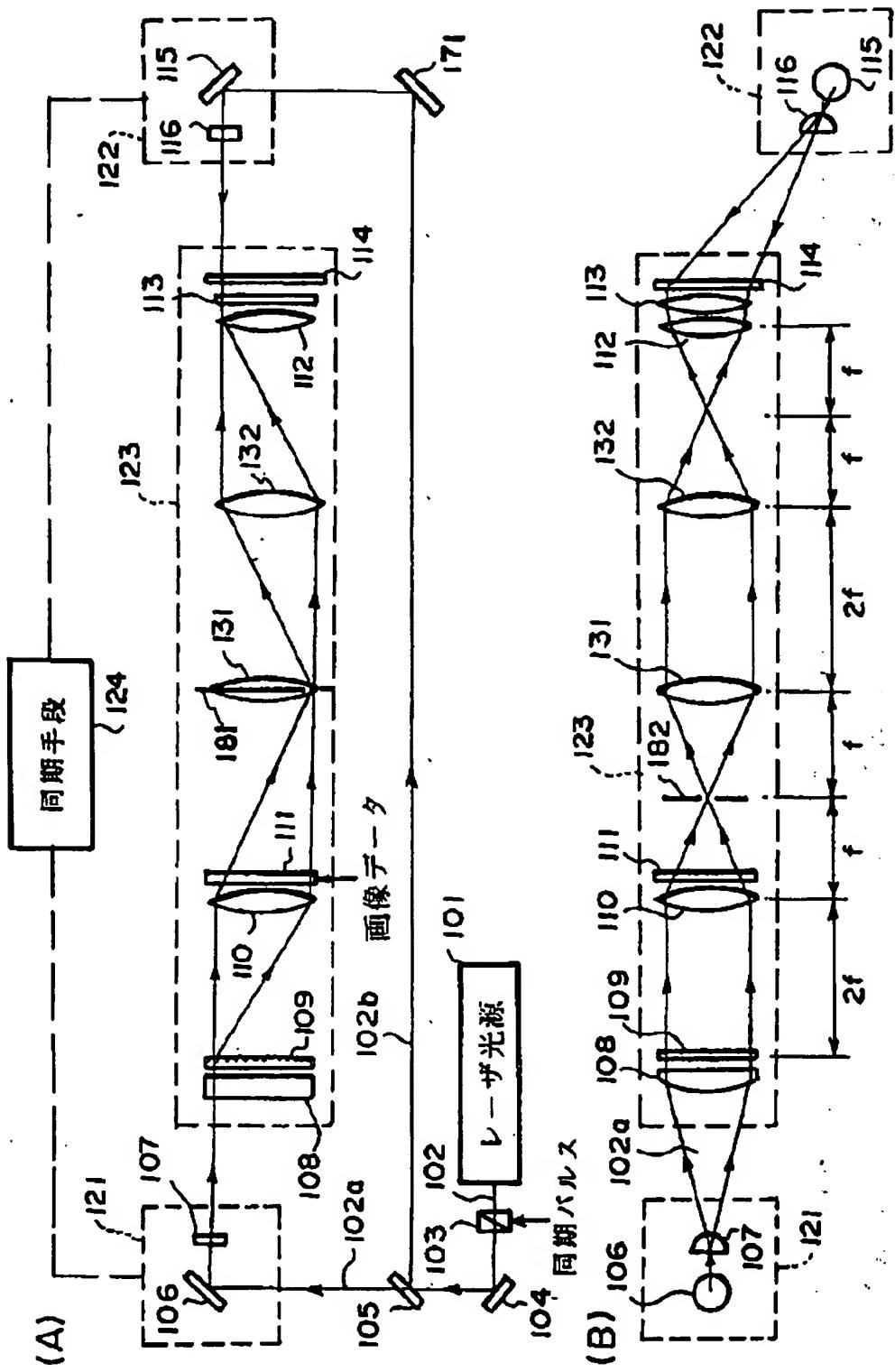
[Drawing 8]



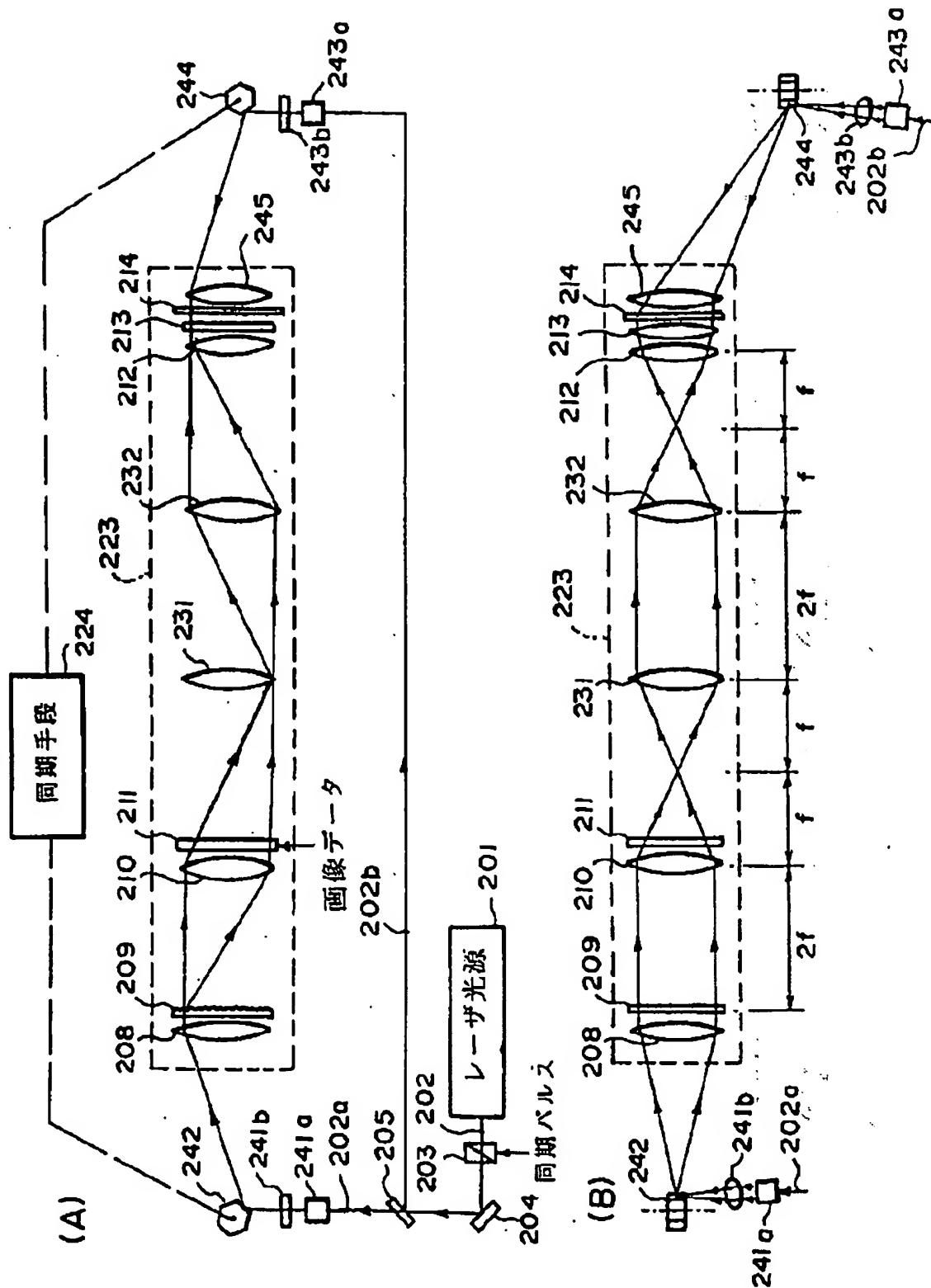
[Drawing 2]



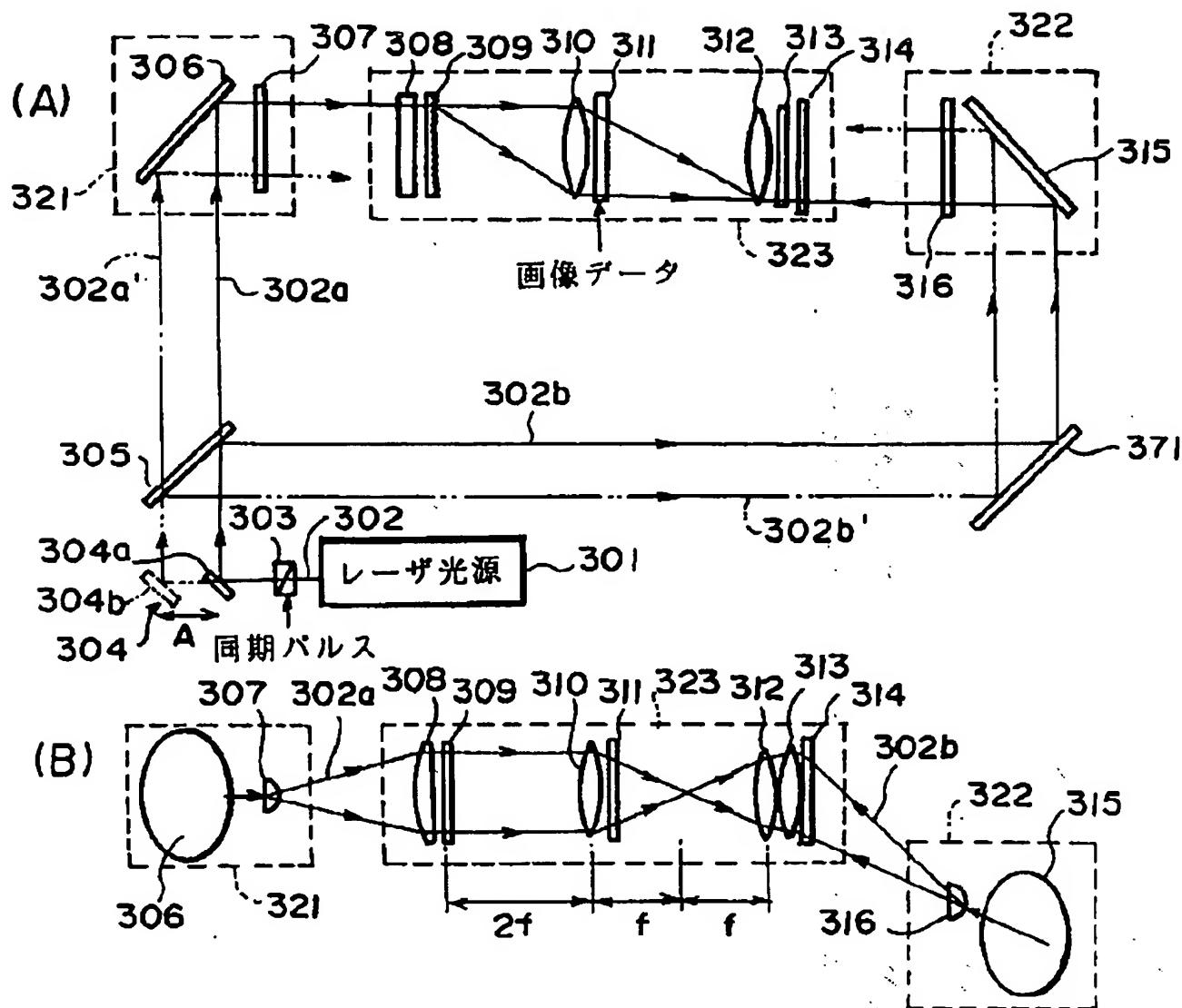
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-49648

(43)公開日 平成7年(1995)2月21日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 3 H 1/26

識別記号

序内整理番号

8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 書面 (全16頁)

(21)出願番号 特願平6-72438

(22)出願日 平成6年(1994)3月4日

(31)優先権主張番号 特願平5-43644

(32)優先日 平5(1993)3月4日

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000238832

服部 知彦

愛知県名古屋市東区大幸3丁目6番12号

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72)発明者 服部 知彦

愛知県名古屋市東区大幸三丁目6番12号

(72)発明者 斎藤 隆行

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士

写真光機株式会社内

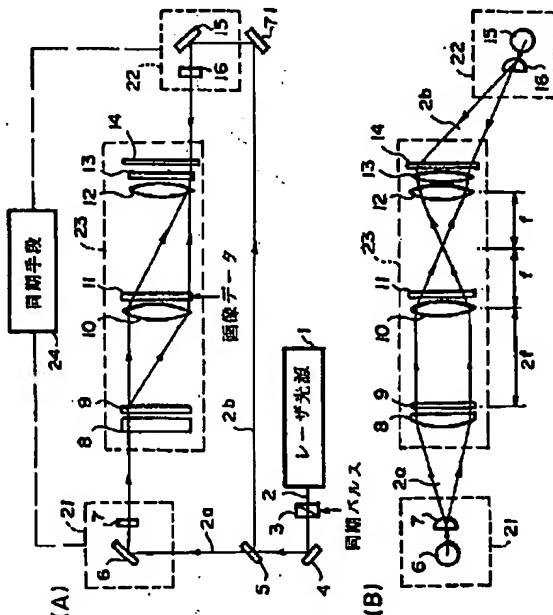
(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 ホログラフィックステレオグラム作成装置

(57)【要約】

【目的】 ホログラフィックステレオグラムを作成する装置において、物体光および参照光を走査することによりホログラム記録材料の転送機構を不要とする。

【構成】 SLM11に表示された1フレーム画像のホログラム感光材料14上への記録が終了すると、SLM11に新たなフレーム画像が書き込まれ、これと同時に物体光照射光学系ステージ21と参照光照射光学系ステージ22が互いに逆方向に所定ピッチだけ移動し、これにより感光材料14上の既にホログラム記録がなされた領域に隣接した領域に物体光および参照光が照射され、この領域に新たなホログラムが記録されることとなる。以後、この手順が繰り返され、全てのフレーム画像に対応した短冊状のホログラム画像が感光材料14上に並列して記録され、1枚のマルチプレックスホログラム(MH)の記録が終了する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コヒーレントな光ビームを出力する光源と、このコヒーレントな光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームの2系路に分割する光分割手段と、該物体光用ビームを照射する第1の光ビーム照射光学系と、該参照光用ビームを照射する第2の光ビーム照射光学系と、これら2つの光ビームを用いて感光材料上にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記ホログラム光学系が、前記第1の光ビーム照射光学系からの物体光用ビームを、該ホログラム光学系の光軸を含む所定の平面に平行な第1の平面内と該光軸に平行で該第1の平面と垂直となる第2の平面内では該光軸方向の異なる位置に収束せしめる光学系と、この光学系の後段の、前記第1および第2の平面内で共にビーム径が拡がった位置において前記光軸に垂直となるように配された電気信号書込型の空間光変調素子と、この空間光変調素子を透過し該素子に入力された画像情報を担持した物体光が前記第1の平面内において収束し前記第2の平面内において拡がった位置であって、かつ前記参照光用ビームからなる参照光が前記物体光と重なり合う位置に配設され、ホログラムパターンが記録される感光材料シートと、前記物体光を該感光材料シートに垂直入射せしめるための球面レンズとを有し、前記感光材料シート上に前記物体光と前記参照光の干渉による細長のホログラムパターンを順次並列して記録するように前記分割された2つの光ビームを前記ホログラム光学系に対し相対的に走査せしめる光走査手段と、該光走査が所定量なされる度に前記空間光変調素子への画像書込みがなされるよう制御するコントローラとを備えてなることを特徴とするホログラフィックステレオグラム作成装置。

【請求項2】 コヒーレントな光ビームを出力する光源と、このコヒーレントな光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームの2系路に分割する光分割手段と、該物体光用ビームを照射する第1の光ビーム照射光学系と、該参照光用ビームを照射する第2の光ビーム照射光学系と、これら2つの光ビームを用いて感光材料上にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記2つの光ビーム照射光学系が、前記ホログラム光学系の光軸を含む所定の平面に平行な第1の平面内において各々前記物体光用ビームと前記参照光用ビームを発散して出力せしめるシリンドリカルレンズを有し、前記ホログラム光学系が、前記発散した物体光用ビームを前記第1の平面内で平行光とするシリンドリカルレン

ズと、この第1の平面内で平行光とされた物体光用ビームを前記光軸に平行で前記第1の平面に垂直となる第2の平面内において発散せしめる一方向性拡散板と、該発散した物体光用ビームを前記第1の平面内と前記第2の平面内では光軸方向の異なる位置に収束せしめる光学系と、この光学系の後段の、前記第1および第2の平面内で共にビーム径が拡がった位置において前記光軸に垂直となるように配された電気信号書込型の空間光変調素子と、この空間光変調素子を透過し該素子に入力された画像情報を担持した物体光が前記第1の平面内において収束し、前記第2の平面内において拡がった位置であって、かつ前記参照光用ビームからなる参照光が前記物体光と重なり合う位置に配設され、ホログラムパターンが記録される感光材料シートと、前記物体光を該感光材料シートに垂直入射せしめるための球面レンズとを有し、前記感光材料シート上に前記物体光と前記参照光の干涉による細長のホログラムパターンを順次並列して記録するように前記第1および第2の光ビーム照射光学系を前記ホログラム光学系に対し相対的に直線移動せしめる光学系移動手段と、前記直線移動が所定量なされる度に前記空間光変調素子への画像書込みがなされるよう制御するコントローラとを備えてなることを特徴とするホログラフィックステレオグラム作成装置。

【請求項3】 コヒーレントな光ビームを出力する光源と、このコヒーレントな光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームの2系路に分割する光分割手段と、該物体光用ビームを照射する第1の光ビーム照射光学系と、該参照光用ビームを照射する第2の光ビーム照射光学系と、これら2つの光ビームを用いて感光材料上にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記2つの光ビーム照射光学系が、前記物体光用ビームと前記参照光用ビームを入射され、各々一平面内において発散したこれら2つの光ビームを該平面に略直交する方向に回転走査する光ビーム走査手段を有し、前記ホログラム光学系が、前記発散した物体光用ビームを該ホログラム光学系の光軸を含む平面に平行な第1の平面内で平行光とする球面レンズと、この第1の平面内で平行光とされた物体光用ビームを前記光軸に平行で該第1の平面に垂直となる第2の平面内において発散せしめる一方向性拡散板と、該発散した物体光用ビームを前記第1の平面内と前記第2の平面内では光軸方向の異なる位置に収束せしめる光学系と、この光学系の後段の、前記第1および第2の平面内で共にビーム径が拡がった位置において前記光軸に垂直となるように配された電気信号書込型の空間光変調素子と、この空間光変調素子を透過し該素子に入力された画像情報を担持した物体光が前記第1の平面内において収束し、前記第2の平面内に

おいて拡がった位置であって、かつ前記参照光用ビームからなる参照光が前記物体光と重なり合う位置に配設され、ホログラムパターンが記録される感光材料シートと、前記物体光を該感光材料シートに垂直入射せしめるための球面レンズとを有し、前記感光材料シート上に前記物体光と前記参照光の干渉による細長のホログラムパターンを順次並列して記録さるよう前記第1および第2の光ビーム走査手段を回転駆動せしめる駆動手段と、前記光走査手段の光走査が所定量なされる度に前記空間光変調素子への画像書込みがなされるよう制御するコントローラとを備えてなることを特徴とするホログラフィックステレオグラム作成装置。

【請求項4】 コピーレントな光ビームを出力する光源と、このコピーレントな光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームの2系路に分割する光分割手段と、該物体光用ビームを照射する第1の光ビーム照射光学系と、該参照光用ビームを照射する第2の光ビーム照射光学系と、

これら2つの光ビームを用いて感光材料上にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記2つの光ビーム照射光学系が、前記ホログラム光学系の光軸を含む所定の平面に平行な第1の平面内において各々前記物体光用ビームと前記参照光用ビームを発散して出力せしめるシリンドリカルレンズを有し、前記ホログラム光学系が、前記発散した物体光用ビームを前記第1の平面内で平行光とするシリンドリカルレンズと、この第1の平面内で平行光とされた物体光用ビームを前記光軸に平行で前記第1の平面に垂直となる第2の平面内において発散せしめる一方向性拡散板と、該発散した物体光用ビームを前記第1の平面内と前記第2の平面内では光軸方向の異なる位置に収束せしめる光学系と、この光学系の後段の、前記第1および第2の平面内で共にビーム径が拡がった位置において前記光軸に垂直となるように配された電気信号書込型の空間光変調素子と、この空間光変調素子を透過し該素子に入力された画像情報を担持した物体光が前記第1の平面内において収束し、前記第2の平面内において拡がった位置であつて、かつ前記参照光用ビームからなる参照光が前記物体光と重なり合う位置に配設され、ホログラムパターンが記録される感光材料シートと、前記物体光を該感光材料シートに垂直入射せしめるための球面レンズとを有し、前記感光材料シート上に前記物体光と前記参照光の干渉による細長のホログラムパターンを順次並列して記録さるよう前記コピーレントな光ビームを前記光分割手段の前段において直線的に光走査せしめる光走査手段と、前記直線的な光走査が所定量なされる度に前記空間光変調素子への画像書込みがなされるよう制御するコ

ントローラとを備え、

前記光分割手段、ならびに前記物体光用ビームおよび参照光用ビームを前記ホログラム光学系に導く光学部材が、前記光走査手段による光走査に拘わらず少なくとも大部分の走査光の入射を許容し得るようこの光走査方向に広幅とされてなることを特徴とするホログラフィックステレオグラム作成装置。

【請求項5】 前記空間光変調素子への画像書込みの期間に同期して前記コピーレントな光ビームを通過および遮断せしめる遮光手段を備えてなることを特徴とする請求項1から4のうちいずれか1項記載のホログラフィックステレオグラム作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、白色光再生型のホログラフィックステレオグラムの作成装置に関し、詳しくは再生像のボケが小さいレインボウホログラムあるいはリップマンホログラム等と称されるタイプのホログラフィックステレオグラム作成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】種々の立体像表示技術の中でもホログラフィックステレオグラムの技術を用いた手法が原理的に最も理想的であるとされており、その中でも普通の白色光源の照明によりボケが小さい再生像が観察されるレインボウホログラムとリップマンホログラムが注目されている。

【0003】レインボウホログラムは必要性が比較的小い垂直方向の視差を犠牲にすることによって、小さい白色光源による照明でボケを小さくする手法であり、本質的には透過型である。

【0004】また、リップマンホログラムは干渉縞を高分解能感光材料の厚さ方向に層状に生成・記録し、白色光で照明した場合に、特定波長の光のみを選択的に反射回折する種類のホログラムであり、基本的に反射型である。

【0005】一方、近年、複数の異なる視点から見た平面画像を原画として、記録材料にホログラフィックに合成したホログラフィックステレオグラム(HS)の技術が知られている。このHSによれば、原画を平面画像とすることができ、また原画の作成に際してはレーザ光を使用する必要がなく、またCT画像を利用したり、さらに計算器を使っても原画を描くことが可能である。

【0006】通常このHSの再生像を観察するためにはレーザ光を使用する必要があるが、レーザ光を用いて一旦マスターhoログラムを作成しておけば、このマスターhoログラムを用い白色光によって3次元画像を得ることが可能となる。このようにHSのうちで特に白色光で再生できるホログラムはマルチプレックスホログラム(MH)と称されている。

【0007】図8はこのようなHSの技術を用い、連続

する原画フィルムからMHを作成する装置を示すものである。

【0008】すなわち、この装置は、フィルム送り機構に装填された視差のある一連の2次元画像が記録されている原画フィルム411をその背後から、レンズ407, 410によってビーム径を調整されたレーザ光402aにより照射し、この原画フィルム411を透過し画像情報を担持して物体光となったレーザ光402aを投影レンズ431、視野レンズ412、シリンドリカルレンズ432等により、記録感材414上に細長く絞り込んで照射する。一方、レーザ光402aから分割されたレーザ光402bはミラー415、レンズ416等を通して、上記記録感材414上の上記物体光照射位置に参照光として照射される。これにより、上記物体光と参照光は記録感材414上で干渉を生じ、この記録感材414上に縦長のホログラム画像を形成する。

【0009】また、この記録感材414は感材送り機構により所定のタイミングで所定ピッチずつ搬送されるようになっている。なお、この記録感材414の前面にはこの記録感材414の所定領域のみに記録がなされるようにスリット板414aが配設されている。

【0010】この後、原画フィルム411をフィルム送り機構により1駆送るとともに、記録感材414を感材送り機構により所定ピッチだけ送ってはホログラム記録を行なう手順を繰り返し、全ての原画フィルム411の駆に対してホログラム記録が終了した記録感材414を現像してMHを作成する。

【0011】こうして作成されたMHを円筒形状とし、このMHに対して白色光を照射するとこの円筒の内部に所望する立体像が形成されることとなる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで上述したようなMHを作成する装置においては、原画フィルム411と記録感材414の転送にメカ的機構が使用されており、シート状の原画フィルム411や記録感材414が直接保持されて転送されることからこの転送途中で原画フィルム411や記録感材414が正規の停止装置からずれやすく、また歪等も生じやすいため作成されたホログラムの精度や作成時間の点で問題があった。

【0013】そこで、このようなメカ的機構を省略した装置の開発が望まれており、原画フィルム411の転送については、この原画フィルム411の代わりに電気信号により画像を書き込むことのできる空間光変調素子(SLM)、例えば透過型の液晶テレビを用い表示画像を所定のタイミングで切り替えることによってメカ的機構を省略したものが既に知られている。

【0014】このように空間光変調素子(SLM)の使用により原画フィルム411の転送機構については省略できるものの、記録感材414の転送については依然としてメカ的機構が使用されており、記録されたホログラ

ム画像の精度やホログラム作成時間の迅速化もこの記録感材の転送メカのために大幅に改善することが難しかった。

【0015】本発明は、マルチプレックスホログラムを作成する際ににおいて記録感材を転送する必要のないホログラフィックステレオグラムの作成装置を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本願発明の第1のホログラフィックステレオグラムの作成装置は、感光材料上に物体光および参照光を走査させて、この感光材料上に順次短柵型のホログラムを並列させるように構成されてなるものである。

【0017】すなわち、コヒーレントな光ビームを出力する光源と、このコヒーレントな光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームの2系路に分割する光分割手段と、該物体光用ビームを照射する第1の光ビーム照射光学系と、該参照光用ビームを照射する第2の光ビーム照射光学系と、これら2つの光ビームを用いて感光材料上

にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記ホログラム光学系が、前記第1の光ビーム照射光学系からの物体光用ビームを、該ホログラム光学系の光軸を含む所定の平面に平行な第1の平面内と該光軸に平行で該第1の平面と垂直となる第2の平面内では該光軸方向の異なる位置に収束せしめる光学系と、この光学系の後段の、前記第1および第2の平面内で共にビーム径が拡がった位置において前記光軸に垂直となるように配された電気信号書込型の空間光変調素子と、この空間光変調素子を透過し該素子に入力された画像情報を担持した物体光が前記第1の平面内において収束し前記第2の平面内において拡がった位置であって、かつ前記参照光用ビームからなる参照光が前記物体光と重なり合う位置に配設され、ホログラムパターンが記録される感光材料シートと、前記物体光を該感光材料シートに垂直入射せしめるための球面レンズとを有し、前記感光材料シート上に前記物体光と前記参照光の干渉による細長のホログラムパターンを順次並列して記録せるように前記分割された2つの光ビームを前記ホログラム光学系に対し相対的に走査せしめる光走査手段と、該光走査が所定量なさる度に前記空間光変調素子への画像書き込みがなされるよう制御するコントローラとを備えてなることを特徴とするものである。

【0018】本願発明の第2のホログラフィックステレオグラムの作成装置は、感光材料上にホログラムを記録するためのホログラム光学系を、物体光照射光学系および参照光照射光学系に対し相対的に直線移動させ、物体光および参照光を走査させて、上記感光材料上に順次短柵型のホログラムを並列させるように構成されてなるものである。

【0019】すなわち、コヒーレントな光ビームを出力する光源と、このコヒーレントな光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームの2系路に分割する光分割手段と、該物体光用ビームを照射する第1の光ビーム照射光学系と、該参照光用ビームを照射する第2の光ビーム照射光学系と、これら2つの光ビームを用いて感光材料上にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記2つの光ビーム照射光学系が、前記物体光用ビームと前記参照光用ビームを入射され、各々一平面内において発散したこれら2つの光ビームを該平面に略直交する方向に回転走査する光ビーム走査手段を有し、前記ホログラム光学系が、前記発散した物体光用ビームを該ホログラム光学系の光軸を含む平面に平行な第1の平面内で平行光とする球面レンズと、この第1の平面内で平行光とされた物体光用ビームを前記第1の平面内で平行光とするシンドリカルレンズと、この第1の平面内で平行光とされた物体光用ビームを前記光軸に平行で前記第1の平面に垂直となる第2の平面内において発散せしめる一方向性拡散板と、該発散した物体光用ビームを前記第1の平面内と前記第2の平面内では光軸方向の異なる位置に収束せしめる光学系と、この光学系の後段の、前記第1および第2の平面内で共にビーム径が拡がった位置において前記光軸に垂直となるように配された電気信号書込型の空間光変調素子と、この空間光変調素子を透過し該素子に入力された画像情報を担持した物体光が前記第1の平面内において収束し、前記第2の平面内において拡がった位置であって、かつ前記参考光用ビームからなる参照光が前記物体光と重なり合う位置に配設され、ホログラムパターンが記録される感光材料シートと、前記物体光を該感光材料シートに垂直入射せしめるための球面レンズとを有し、前記感光材料シート上に前記物体光と前記参考光の干渉による細長のホログラムパターンを順次並列して記録させるよう前記第1および第2の光ビーム照射光学系を前記ホログラム光学系に対し相対的に直線移動せしめる光学系移動手段と、前記直線移動が所定量なされる度に前記空間光変調素子への画像書き込みがなされるように制御するコントローラとを備えてなることを特徴とするものである。

【0020】また、本願発明の第3のホログラフィックステレオグラムの作成装置は、感光材料上にホログラムを記録するためのホログラム光学系に対し、物体光照射光学系および参照光照射光学系の各々に配された光走査手段により物体光および参照光の回転光走査を行なって、上記感光材料上に順次短冊型のホログラムを並列させるように構成されてなるものである。

【0021】すなわち、コヒーレントな光ビームを出力する光源と、このコヒーレントな光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームの2系路に分割する光分割手段と、該物体光用ビームを照射する第1の光ビーム照射光学系と、該参照光用ビームを照射する第2の光ビーム照射光学系と、これら2つの光ビームを用いて感光材料上にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記2つの光ビーム照射光学系が、前記ホログラム光学系の光軸を含む所定の平面に平行な第1の平面内におい

にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記2つの光ビーム照射光学系が、前記物体光用ビームと前記参照光用ビームを入射され、各々一平面内において発散したこれら2つの光ビームを該平面に略直交する方向に回転走査する光ビーム走査手段を有し、前記ホログラム光学系が、前記発散した物体光用ビームを該ホログラム光学系の光軸を含む平面に平行な第1の平面内で平行光とする球面レンズと、この第1の平面内で平行光とされた物体光用ビームを前記光軸に平行で該第1の平面に垂直となる第2の平面内において発散せしめる一方向性拡散板と、該発散した物体光用ビームを前記第1の平面内と前記第2の平面内では光軸方向の異なる位置に収束せしめる光学系と、この光学系の後段の、前記第1および第2の平面内で共にビーム径が拡がった位置において前記光軸に垂直となるように配された電気信号書込型の空間光変調素子と、この空間光変調素子を透過し該素子に入力された画像情報を担持した物体光が前記第1の平面内において収束し、前記第2の平面内において拡がった位置であって、かつ前記参考光用ビームからなる参照光が前記物体光と重なり合う位置に配設され、ホログラムパターンが記録される感光材料シートと、前記物体光を該感光材料シートに垂直入射せしめるための球面レンズとを有し、前記感光材料シート上に前記物体光と前記参考光の干渉による細長のホログラムパターンを順次並列して記録させるよう前記第1および第2の光ビーム走査手段を回転駆動せしめる駆動手段と、前記光走査手段の光走査が所定量なされる度に前記空間光変調素子への画像書き込みがなされるように制御するコントローラとを備えてなることを特徴とするものである。

【0022】本願発明の第4のホログラフィックステレオグラムの作成装置は、光源からの光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームとに分割する前に走査し、かつこの走査に伴ない走査されたこれら2つの光ビームをホログラム光学系に導くことができるよう光分割手段ならびにこれら2つの光ビームを導くための光学部材を光走査方向に広幅とし、これにより感光材料上に物体光および参照光を走査させて、この感光部材上に順次短冊型のホログラムを並列させるように構成されてなるものである。

【0023】すなわち、コヒーレントな光ビームを出力する光源と、このコヒーレントな光ビームを物体光用ビームと参照光用ビームの2系路に分割する光分割手段と、該物体光用ビームを照射する第1の光ビーム照射光学系と、該参照光用ビームを照射する第2の光ビーム照射光学系と、これら2つの光ビームを用いて感光材料上にホログラムを形成するホログラム光学系を備えてなるホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記2つの光ビーム照射光学系が、前記ホログラム光学系の光軸を含む所定の平面に平行な第1の平面内におい

て各々前記物体光用ビームと前記参照光用ビームを発散して出力せしめるシリンドリカルレンズを有し、前記ホログラム光学系が、前記発散した物体光用ビームを前記第1の平面内で平行光とするシリンドリカルレンズと、この第1の平面内で平行光とされた物体光用ビームを前記光軸に平行で前記第1の平面に垂直となる第2の平面内において発散せしめる一方向性拡散板と、該発散した物体光用ビームを前記第1の平面内と前記第2の平面内では光軸方向の異なる位置に収束せしめる光学系と、この光学系の後段の、前記第1および第2の平面内で共にビーム径が拡がった位置において前記光軸に垂直となるように配された電気信号書込み型の空間光変調素子と、この空間光変調素子を透過し該素子に入力された画像情報を担持した物体光が前記第1の平面内において収束し、前記第2の平面内において拡がった位置であって、かつ前記参照光用ビームからなる参照光が前記物体光と重なり合う位置に配設され、ホログラムパターンが記録される感光材料シートと、前記物体光を該感光材料シートに垂直入射せしめるための球面レンズとを有し、前記感光材料シート上に前記物体光と前記参照光の干渉による細長のホログラムパターンを順次並列して記録させるように前記コヒーレントな光ビームを前記光分割手段の前段において直線的に光走査せしめる光走査手段と、前記直線的な光走査が所定量なされる度に前記空間光変調素子への画像書込みがなされるように制御するコントローラとを備え、前記光分割手段、ならびに前記物体光用ビームおよび参照光用ビームを前記ホログラム光学系に導く光学部材が、前記光走査手段による光走査に拘わらず少なくとも大部分の走査光の入射を許容し得るようこの光走査方向に広幅とされてなることを特徴とするものである。

【0024】また、上記4つのホログラフィックステレオグラムの作成装置において、前記空間光変調素子への画像書込みの期間に同期して前記コヒーレントな光ビームを通過および遮断せしめる遮光手段を設けることも可能である。

【0025】

【作用】上記本願発明の装置では、物体光用ビームおよび参照光用ビームとホログラム光学系とを相対的に移動させることにより、物体光と参照光を走査し、これら物体光と参照光が干渉する記録感材上の位置が順次横方向にずれていいくように構成され、光空間変調素子に表示された各画像に対応する短柵状のホログラム記録領域が記録感材上に並列して形成されるように構成されている。

【0026】このように本願発明の装置においては記録感材の転送メカは一切使用されておらず、従来のようにシート状の記録感材が正確な位置で停止しなかったり、歪が生じたりすることがないので、作成されたホログラムの精度、再生画像の安定性さらにはこのホログラム作成時間の迅速化を図ることが可能となる。

【0027】また、上記光学系の相対移動あるいは光走査手段による光走査のタイミング、空間光変調素子への画像の書き込みタイミングに同期させて光源からの光ビームを通過および遮断させるようにすれば感光材料上における各ホログラム記録領域の境界部分に所望しない画像が記録されることがなく、ホログラム再生時において、所望する正確な3次元画像を得ることが可能となる。

【0028】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0029】図1は本発明の第1の実施例に係るホログラフィックステレオグラム装置を示すものであり、

(A)は平面図、(B)は一部正面図である。すなわち、この装置はレーザ光源1からレーザ光2を出し、所定のタイミングでシャッタ装置3のシャッタを開いてレーザ光2を通過させる。このシャッタを通過したレーザ光2はミラー4で反射されて、ハーフミラー5で物体光用ビーム2aと参照光用ビーム2bに分割される。この後、物体光用ビーム2aは物体光照射光学系ステージ21に入射し、一方参照光用ビームは参照光照射光学系ステージ22に入射する。

【0030】この物体光照射光学系ステージ21には反射ミラー6およびシリンドリカルレンズ7が配されており、このステージ21に入射した物体光用ビーム2aはこの反射ミラー6により反射され、シリンドリカルレンズ7によって上下方向(図1(A)において紙面と垂直となる方向；以下同じ)にのみビーム径を拡げられてホログラム光学系ステージ23方向に照射される。

【0031】一方、参照光照射光学系ステージ22には反射ミラー15およびシリンドリカルレンズ16が配されており、このステージ22に入射した参照光用ビーム2bは反射ミラー15により反射され、シリンドリカルレンズ16によって上下方向にのみビーム径を拡げられてホログラム光学系ステージ23方向に照射される。

【0032】ホログラム光学系ステージ23上には、物体光照射光学系ステージ21側から順にシリンドリカルレンズ8、一方向性拡散板9、収束レンズ10、空間光変調素子(SLM)11、収束レンズ12、シリンドリカルレンズ13および赤ホログラム感光材料14が配されている。すなわち、上下方向にビーム径を拡げられ線状ビームとされた物体光用ビーム2aはシリンドリカルレンズ8により上下方向に平行光とされ、さらに、シリンドリカルレンズ8の直後に配された一方向性拡散板9によって左右方向(図3(A)において上下方向；以下同じ)にも拡散した光とされ、この後収束レンズ10によって収束される。この収束レンズ10の直後にはSLM11が配されているためこのSLM11の背後からその略全面に亘って物体光用ビーム2aが照射されることになる。

【0033】このSLM11は電気書込み形SLMである。

って、例えばアクティブマトリクス形液晶ディスプレイ（LCD）が使用される。このSLM11には、フレームメモリを備えたビデオ信号送出装置（図示せず）から1フレーム分の画像データが所定のタイミングで送出されるようになっており、SLM11上にはこの画像データに応じた画像が映出される。

【0034】物体光用ビーム2aが、画像が表示されたSLM11を透過するとこの画像情報を担持した物体光となり、この後この物体光は収束レンズ12およびシリンドリカルレンズ13によってホログラム感光材料14上にその上下方向に延びる線状に照射される。この感光材料14上での物体光の照射位置は、上述したシリンドリカルレンズ8への物体光用ビーム2aの照射位置とホログラム光学系の光軸（以下、単に光軸と称する）に対して左右対称の位置となる。

【0035】また、前述した参照光照射光学系ステージ22からの参照光ビームは、ホログラム感光材料14上で上下方向に線状に延びる上記物体光照射領域と同一領域にその裏面側から照射されて干渉縞が生成され、この感光材料14上に短柵状の干渉縞領域が生成されることとなる。これにより、上記SLM11に表示された1フレーム画像に対応するホログラム画像が形成される。

【0036】ところで、このようなホログラフィックステレオグラム（HS）を作成する際には、互いに微小な視差を有する一連のフレーム画像各々に対応して短柵状のホログラム画像を1つずつ形成し、この短柵状のホログラム画像をフレーム画像の順番に合わせて並列して形成するようにホログラム感光材料上でのホログラム記録位置を少しづつずらしていく必要があるが、本実施例装置においては、従来の感光材料の転送に代え、物体光照射光学系および参照光照射光学系を各々ステージ21、22に載設し、これをホログラム光学系に対して平行に直線移動させて物体光と参照光を走査し、感光材料14上でホログラム記録位置をずらすようにしている。

【0037】すなわち、SLM11に表示された1フレーム画像のホログラム感光材料14上への記録が終了すると、SLM11に新たなフレーム画像が書き込まれ、これと同時に物体光照射光学系ステージ21と参照光照射光学系ステージ22が互いに逆方向に所定ピッチだけ移動し、これにより感光材料14上の既にホログラム記録がなされた領域に隣接した領域に物体光および参照光が照射され、この領域に新たなホログラムが記録されることとなる。以後、この手順が繰り返され、全てのフレーム画像に対応した短柵状のホログラム画像が感光材料14上に並列して記録され、1枚のマルチプレックスホログラム（MH）の記録が終了する。

【0038】上記物体光照射光学系ステージ21と参照光照射光学系ステージ22は光学系を載設する周知の金属定盤からなり、ボールスクリュー等の直線駆動を行なうための周知の機構により左右方向に所定ピッチずつ移

動せしめられる。

【0039】なお、この2つのステージ21、22の移動タイミングは同期手段24により同期がとられており、また、SLM11への信号書き込みタイミングもこの同期手段24からの同期信号により同期がとられている。

【0040】さらに、レーザ光源1からのレーザ光2を遮断するシャッタ手段3には同期手段24からの同期パルスがSLM11への信号書き込みおよびステージ21、

10 22の移動タイミングに同期して入力するようになっており、このタイミングでシャッタが閉じてレーザ光2が遮断される。SLM11への信号書き込みおよびステージ21、22の移動が終了すると再びシャッタ手段3に同期手段24からの同期パルスが入力し、これによりシャッタが開きレーザ光2がシャッタ手段3を通過する。

【0041】上述した操作の手順を図2のフローチャートに示す。まず、SLM11にフレーム画像データを入力し（S1）、次にシャッタ手段3のシャッタを開いてホログラム感光材料14上にホログラム画像を記録し、

20 所定時間経過後にこのシャッタを閉じる（S2）。次にステージ21、22を所定ピッチだけ移動せしめる（S3）。この後、記録すべきフレーム画像の数だけ走査（記録）が行なわれたか否かを判断し（S4）、行なわれないと判断されれば、上記S1～S3の操作を繰り返す。

【0042】このように、本実施例においては、所定のタイミングでレーザ光を遮断、通過せしめるシャッタ手段3を設けているので、ホログラム感光材料14上に所望するホログラム画像のみを記録することが可能となる。

【0043】次に図3を用いて本発明の第2の実施例装置について説明する。

【0044】この第2の実施例は上述した第1の実施例のものと機能を共通にする部材が多く、そのため第1の実施例の部材と機能を共通にするものについては図1において示される符号の数字に100を加えた数字によって図3における符号を表わすようにしている。

【0045】なお、この図3において（A）は装置の平面図であり、（B）は装置の一部正面図である。

40 【0046】すなわち、上述した第1の実施例装置においては、シリンドリカルレンズ8とホログラム感光材料14へのレーザ光2の照射位置が、光軸に対し左右方向に対称な位置とされているが、このようにすると、得られたMHからのホログラム再生像が元の物体と左右反転した像となってしまい、例えばSLM11へのビデオ信号の書き込みの際ににおいて書き込み方向を左右逆にする等の工夫が必要となる。

【0047】そこで、この第2の実施例装置においてはSLM11と球面レンズ112の間に2枚のリレーレンズ131、132を挿入し、この2枚のリレーレンズ

131, 132により画像の左右を再度反転させ、シリンドリカルレンズ108とホログラム感光材料114へのレーザ光102の照射位置を光軸に対し左右同一方向とし、得られたMHからのホログラム再生像が元の物体と左右反転しない像とするようにしている。

【0048】これに伴ない、物体光照射光学系ステージ121と参照光照射光学系ステージ122はホログラム光学系ステージ123に対して互いに同一方向に移動する。すなわち、上記第1の実施例装置においてはレーザ光2のシリンドリカルレンズ8およびホログラム感光材料114への照射位置は、光軸に対し互いに左右対称の位置となり、このため参照光を射出する参照光照射光学系ステージ22は物体光照射光学系ステージ21と互いに逆方向に移動して各ホログラム記録がなされるようしているが、この第2の実施例装置ではレーザ光102のシリンドリカルレンズ108およびホログラム感光材料114への照射位置が左右同一方向となるので、2つの照射ステージ121, 122を互いに左右同一方向に移動せしめて、SLM111上の各フレーム画像に対応するホログラム画像の感光材料114上への記録を行なうようにホログラム画像のみを記録することが可能となる。

【0049】次に図3を用いて本発明の第2の実施例装置について説明する。

【0050】この第2の実施例は上述した第1の実施例のものと機能を共通にする部材が多く、そのため第1の実施例の部材と機能を共通にするものについては図1において示される符号の数字に100を加えた数字によって図3における符号を表わすようにしている。

【0051】なお、この図3において(A)は装置の平面図であり、(B)は装置の一部正面図である。

【0052】すなわち、上述した第1の実施例装置においては、シリンドリカルレンズ8とホログラム感光材料114へのレーザ光2の照射位置が、光軸に対し左右方向に対称な位置とされているが、このようにすると、得られたMHからのホログラム再生像が元の物体と左右反転した像となってしまい、例えばSLM111へのビデオ信号の書き込みの際に書込み方向を左右逆にする等の工夫が必要となる。

【0053】そこで、この第2の実施例装置においてはSLM111と球面レンズ112の間に2枚のリレーレンズ131, 132を挿入し、この2枚のリレーレンズ131, 132により画像の左右を再度反転させ、シリンドリカルレンズ108とホログラム感光材料114へのレーザ光102の照射位置を光軸に対し左右同一方向とし、得られたMHからのホログラム再生像が元の物体と左右反転しない像とするようにしている。

【0054】これに伴ない、物体光照射光学系ステージ121と参照光照射光学系ステージ122はホログラム光学系ステージ123に対して互いに同一方向に移動す

る。すなわち、上記第1の実施例装置においてはレーザ光2のシリンドリカルレンズ8およびホログラム感光材料114への照射位置は、光軸に対し互いに左右対称の位置となり、このため参照光を射出する参照光照射光学系ステージ22は物体光照射光学系ステージ21と互いに逆方向に移動して各ホログラム記録がなされるようしているが、この第2の実施例装置ではレーザ光102のシリンドリカルレンズ108およびホログラム感光材料114への照射位置が左右同一方向となるので、2つの照射ステージ121, 122を互いに左右同一方向に移動せしめて、SLM111上の各フレーム画像に対応するホログラム画像の感光材料114上への記録を行なうようしている。

【0055】なお、この第2の実施例装置において、2つの照射光学系ステージ121, 122を固定しておき、ホログラム光学系ステージ123を左右方向に移動させることも可能である。

【0056】また、図3に示すように、物体光の左右方向収束位置に可動スリット状空間フィルタ181を、上下方向収束位置に固定スリット状空間フィルタ182を配設し、これらのフィルタ181, 182を通して物体光を通過させるようにすれば、高次の回折光をカットできホログラムの画質を向上させることができる。

【0057】次に、図4を用いて本発明の第3の実施例装置について説明する。

【0058】この第3の実施例装置は、物体光照射光学系および参照光照射光学系が各々ポリゴンミラー242, 244を備え、物体光および参照光を受けるホログラム光学系223の最初のレンズが球面レンズで構成されていること以外は図3に示す第2の実施例装置と略機能を共通にする部材により構成されており、そのため第2の実施例装置の部材と機能を共通するものについては図3において示される符号の数字に100を加えた数字によって図4における符号を表わすようにしており、その詳しい説明は省略している。

【0059】なお、この図4において(A)は装置の平面図であり(B)は装置の一部正面図である。

【0060】この第3の実施例装置においては、物体光照射光学系が一方向ビームエクスパンダ241a、シリンドリカルレンズ241bおよびポリゴンミラー242により構成されており、また参照光照射光学系が一方向ビームエクスパンダ243a、シリンドリカルレンズ243bおよびポリゴンミラー244により構成されている。

【0061】ハーフミラー205により参照光用ビーム202bと分割された物体光用ビーム202aは一方向ビームエクスパンダ241aにより一方向にのみビーム径を拡げられ、シリンドリカルレンズ241bによりポリゴンミラー242上に収束せしめられ、さらにこのポリゴンミラー242により反射され、上下方向に発散し

た状態で球面レンズ208に入射する。この物体光用ビーム202aは球面レンズ208により上下方向に平行光とされるとともに、左右方向にも、一方向性拡散板209に垂直入射するように屈折せしめられる。

【0062】この後、上述した第2の実施例装置のホログラム光学系123と同様に構成されたホログラム光学系223により、SLM211において変換された物体光はホログラム感材上214上に照射される。

【0063】一方、参照光用ビーム202bは一方向ビームエクスパンダ243aにより一方向のみビーム径を拡げられ、シリンドリカルレンズ243bによりポリゴンミラー244上に収束せしめられ、このポリゴンミラー244により反射せしめられてホログラム光学系223の球面レンズ245に参照光として入射する。この球面レンズ245により参照光は屈折せしめられ、左右方向においてホログラム感光材料245の裏面に垂直に入射するように屈折せしめられる。

【0064】このようにしてホログラム感光材料214の同一領域（上下方向に細長い短柵領域）に物体光と参照光が照射され、この領域にSLM211に表示された1フレーム画像に対応したホログラムが記録される。

【0065】また、2つのポリゴンミラー242、244は、互いに反対方向に同一速度で回転するように、かつ物体光と参照光が常にホログラム感光材料214の表裏の対応する位置に照射されて位相がそろえられるよう同期手段224により同期がとられている。

【0066】さらに、同期手段224からの同期信号により所定のタイミングでSLM211に新たなフレーム画像が書き込まれるようになっている。また、このSLM211にフレーム画像の書き込みが終了するタイミングで同期手段224から同期パルスがシャッタ手段203に入力され、この後の所定の期間のみにおいてシャッタ手段203のシャッタが開状態に設定され、このシャッタが開状態とされた期間にSLM211上のフレーム画像に対応するホログラム画像がホログラム感光材料214上に記録される。

【0067】上記ポリゴンミラー242、244によるレーザ光202の一走査期間にSLM211には例えば数十～数百のフレーム画像が書き込まれ、これに応じてシャッタ手段203のシャッタの開閉が行なわれ、一枚のホログラム感光材料214上にそのフレーム画像の数に応じた短柵状のホログラム画像が記録されることとなる。

【0068】なお、この第3の実施例において、ポリゴンミラー242、244に代えて、例えばガルバノメータミラー等の他の回転光走査手段を用いることも可能である。

【0069】次に、図5を用いて本発明の第4の実施例装置について説明する。

【0070】なお、この図5において(A)は装置の平

面図であり(B)は装置の一部正面図である。

【0071】この第4の実施例装置は、物体光用ビームと参照光用ビームを分割するハーフミラーの前段のミラーにより光源からのレーザ光を走査しており、上述した3つの実施例装置の如く物体光用ビームと参照光用ビームを互いに同期して走査するために必要となる同期手段は不要となる。

【0072】すなわち、この第4の実施例装置は図5に示すように、レーザ光源301からのレーザ光302を反射するミラー304が矢印A方向に直線的に移動するようになっており、ミラー304が位置304aに位置するときはレーザ光302は図中実線で示される系路を進み、このミラー304が位置304bまで移動せしめられたときはレーザ光302は図中2点鎖線で示される系路を進むことになる。このレーザ光302の走査に応じ、ハーフミラー305はこの走査領域全体をカバーできる広幅形状に構成されており、ミラー304が位置304aに位置するときはハーフミラー305で物体光用ビーム302aと物体光用ビーム302bに分割され、ミラー304が位置304bまで移動したときは物体光用ビーム302a' と参照光用ビーム302b' に分割されることとなる。なお、ミラー304が上記2つの位置304a、304bの間に位置するときは、物体光用ビームは2つのビーム302a、302a' の間に、参照光用ビームは2つのビーム302b、302b' の間の系路を進むことになる。

【0073】このように、ミラー304によってレーザ光302が走査されることにより、物体光用ビーム302aおよび参照光用ビーム302bが完全に同期して走査されることとなる。

【0074】また、これら物体光用ビーム302aおよび参照光用ビーム302bが走査されるのに伴ない、これら走査領域をカバーするために、ミラー306、315、317およびシリンドリカルレンズ307、316はこのビームの走査方向に広幅となるように構成されている。

【0075】なお、上記レーザ光走査用のミラー304を駆動するための機構としては種々の周知の駆動機構を用いることができ、例えばこのミラー304を固定せしめたホルダーをボールスクリュー上に配設し、これを駆動モータにより所定の同期信号（NTSCの垂直同期信号等）の入力に応じて所定ピッチずつ移動させるようにしてもよい。

【0076】また、本実施例装置においては、このレーザ光302をハーフミラー305上で直線的に走査させることができればよく、例えば上記直線移動するハーフミラー304に代えてポリゴンミラーやガルバノメータミラー等の回転光走査手段とfθレンズを組み合わせた構成のものを用いることもできる。

【0077】また、この第4の実施例装置のホログラム

光学系323は図1に示す第1の実施例装置のホログラム光学系ステージ23と略機能を共通にする部材により構成されており、そのため第1の実施例装置の部材と機能を共通するものについては図1において示される符号の数字に300を加えた数字によって図5における符号を表わすようにしており、その詳しい説明は省略している。

【0078】上述したように構成された第4の実施例装置によれば、第1の実施例装置と同様に、ホログラム感光材料314上に所望のホログラムを記録することができ、しかも、2つの照射光学系ステージ321、322を移動させずともよく、これらの移動について同期をする必要もないでこの第1の実施例装置に比べホログラム作成時間をさらに短縮することが可能となる。

【0079】ところで、上述した4つの実施例装置においては、いずれもホログラム感光材料14、114、214、314とその手前に配された球面レンズ12、112、212、312との間にシリンドリカルレンズ13、113、213、313が配されている。以下、このシリンドリカルレンズ13、113、213、313の作用を図6を用いて説明する。なお、4つの実施例装置においてシリンドリカルレンズ13、113、213、313の作用はいずれも同様であるから、第2の実施例装置のシリンドリカルレンズ113を例にとって説明する。なお、図6の(A)は装置の平面図、(B)は装置の正面図を示す。

【0080】すなわち、図6に示すように、物体光は球面レンズ112によって上下方向に略平行光とされるが、シリンドリカルレンズ113が挿入されていないとすると、そのまま平行光として感光材料114に照射される。したがって、ホログラムを再生する際にこのホログラム感光材料114に白色光が照射されると波長によって回折角度が異なるという理由で波長毎に少しづつ異なる角度方向に平行光として出射されることから、ホログラム感光材料114の裏面側からこのホログラム感光材料114を見る者がその見る角度を変化させるとそれに応じて色が変化するという現象を生じてしまう。

【0081】そこで、上述した実施例のように球面レンズ112とホログラム感光材料114の間にシリンドリカルレンズ113を挿入し、上下方向において、ホログラム感光材料114の後方の所定位置に物体光102aが収束するような状態でホログラム画像を記録するようにして、ホログラム画像の再生時においてこのホログラム感光材料114に白色光を照射しても各波長の光毎にこのホログラム感光材料114の後方の所定位置に各々収束するようにしている。この収束位置は波長の違いに応じて上下方向に少しづつ異なることとなるが、目の位置を変化させない限り、見る角度を変えてホログラム立体画像の色は変化しない。

【0082】本発明のホログラフィックステレオグラム

作成装置としては上記実施例のものに限られず、その他種々の態様の変更が可能である。

【0083】例えば、上記実施例においては、物体光と参照光を各々ホログラム感光材料の表裏別の面に照射する、いわゆるリップマンホログラム等に応用される反射タイプのホログラム作成装置を示しているが、本発明は、物体光と参照光をホログラム感光材料の同一面に照射する、いわゆるレインボウホログラム等に応用される透過タイプのホログラム作成装置に適用することももちろん可能である。

【0084】また、上記実施例は白色光再生用のホログラムの作成装置について説明しているが本発明装置を単色光再生用のホログラムの作成装置に適用することも可能である。

【0085】さらに、カラー画像のホログラム作成装置に適用することも可能である。

【0086】さらに、左右方向のみならず上下方向にも視差のあるホログラム画像を作成する装置にも適用でき、この場合にはホログラム感光材料上に記録された各細長の記録パターンは点状の記録パターンを上下方向に配列したものから構成される。

【0087】また、例えば図7に示すようにSLMの後段に収束レンズ161を挿入して、物体光用ビームが左右方向においてSLMに垂直に照射されるようになると可能であり、このようにすればより良好なホログラム画像を得ることができる。

【0088】また、一方向性拡散板の後段に正の屈折力を有するシリンドリカルレンズもしくは球面レンズを挿入すれば光ビームをより効率的に使用することができほしい。

【0089】さらに、上記実施例においては所定のタイミングでレーザ光を通過および遮断させる遮光手段としてシャッタ手段を用いているが、遮光手段は所定の同期パルスに応じて光の通過、遮断を正確にコントロールできるものであればどのような構成によるものであってもよく、光を偏向させることにより光の通過、遮断をコントロールするものでもよい。

【0090】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明のホログラフィックステレオグラム作成装置によれば、ホログラム光学系に対して物体光用ビームおよび参照光用ビームを相対的に移動させることにより、ホログラム感光材料上の光照射位置を空間光変調素子に新たな画像が表示される度に移動させるようにしている。

【0091】すなわち、物体光および参照光が感光材料上で走査されるようになっており、空間光変調素子に表示された各フレーム画像に対応するホログラム画像をホログラム感光材料上に並列して形成することができる。

【0092】これにより、従来のホログラム感光材料の転送メカが不要となり、従来のようにシート状の記録材

40

40

40

50

料が正確な位置で停止しなかったり、歪が生じたりするおそれがないので、作成されたホログラムの精度、再生画像の安定性、ホログラム作成時間の迅速化を図ることができる。このような効果は、原画フィルムの転送システムに代えて空間光変調素子を用いることと相俟って、より実効を上げることができる。

【0093】なお、ホログラム作成時間については、一枚のMHを記録するために従来数時間要していたものが十数秒程度と大幅に短縮された。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係るホログラフィックステレオグラム作成装置を示す平面図(A)および正面図(B)

【図2】第1の実施例における一部操作の手順を示すフローチャート

【図3】本発明の第2の実施例に係るホログラフィックステレオグラム作成装置を示す平面図(A)および正面図(B)

【図4】本発明の第3の実施例に係るホログラフィックステレオグラム作成装置を示す平面図(A)および正面図(B)

【図5】本発明の第4の実施例に係るホログラフィックステレオグラム作成装置を示す平面図(A)および正面図(B)

【図6】図3に示す装置の一部の作用を説明するための平面図(A)および正面図(B)

【図7】図3に示す装置の一部変更例を示す平面図

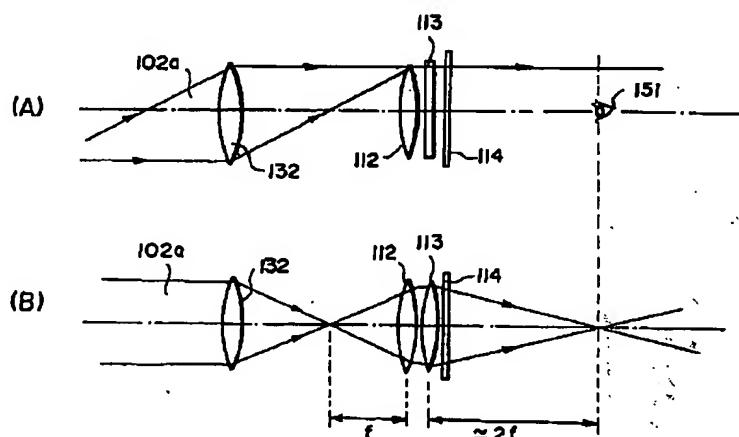
【図8】従来技術を示す斜視図

* 【符号の説明】

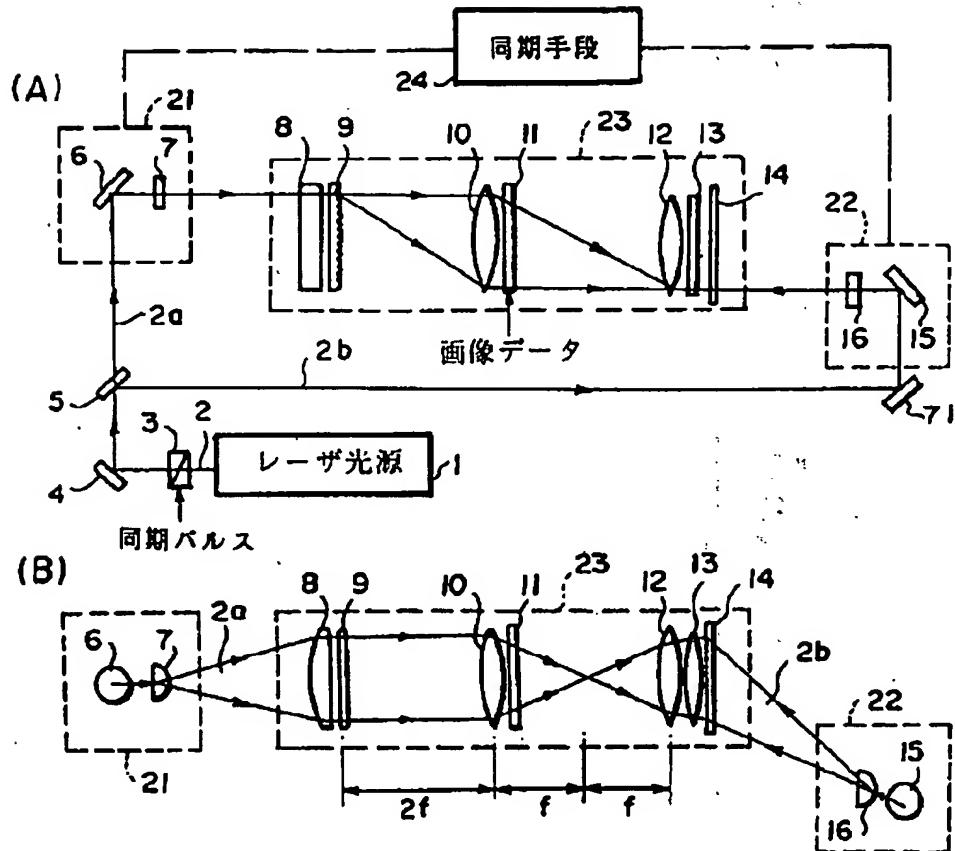
1, 101, 201, 301	レーザ光源
2, 102, 202, 302	レーザ光
2a, 102a, 202a, 302a, 302a'	物体光
2b, 102b, 202b, 302b, 302b'	参照光
3, 103, 203, 303	シャッタ手段
5, 105, 205, 305	ハーフミラー
7, 8, 13, 16, 107, 108, 113, 11	
6, 213, 241b, 243b, 307, 308, 3	
13, 316	シリンドリカルレンズ
9, 109, 209, 309	一方向性拡散板
10, 110, 161, 210, 310	収束レンズ
11, 111, 211, 311	空間光変調素子(SLM)
12, 112, 208, 212, 245, 312	球面レンズ
14, 114, 214, 314	ホログラム感光材料
21, 121, 321	物体光照射光学系ステージ
22, 122, 322	参照光照射光学系ステージ
23, 123, 323	ホログラム光学系ステージ
24, 124, 224	同期手段
131, 132, 231, 232	リレーレンズ
223	ホログラム光学系
242, 244	ポリゴンミラー
304	(レーザ光走査用)ミラー

*

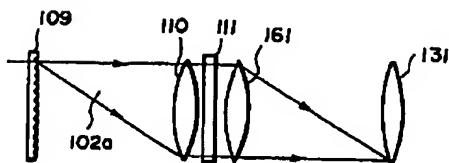
【図6】



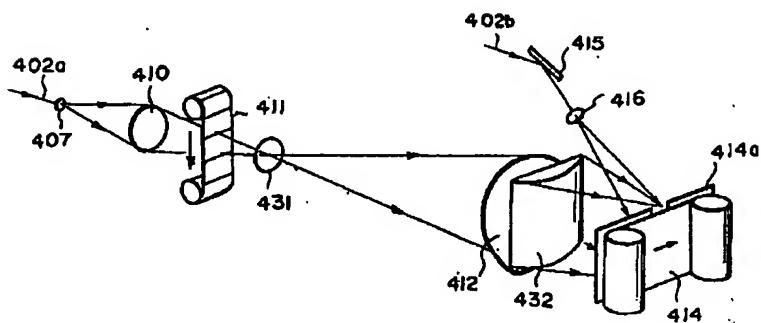
【図1】



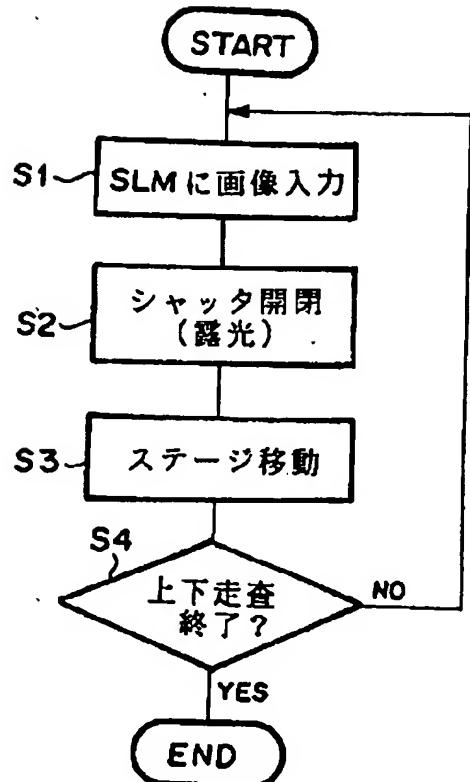
【図7】



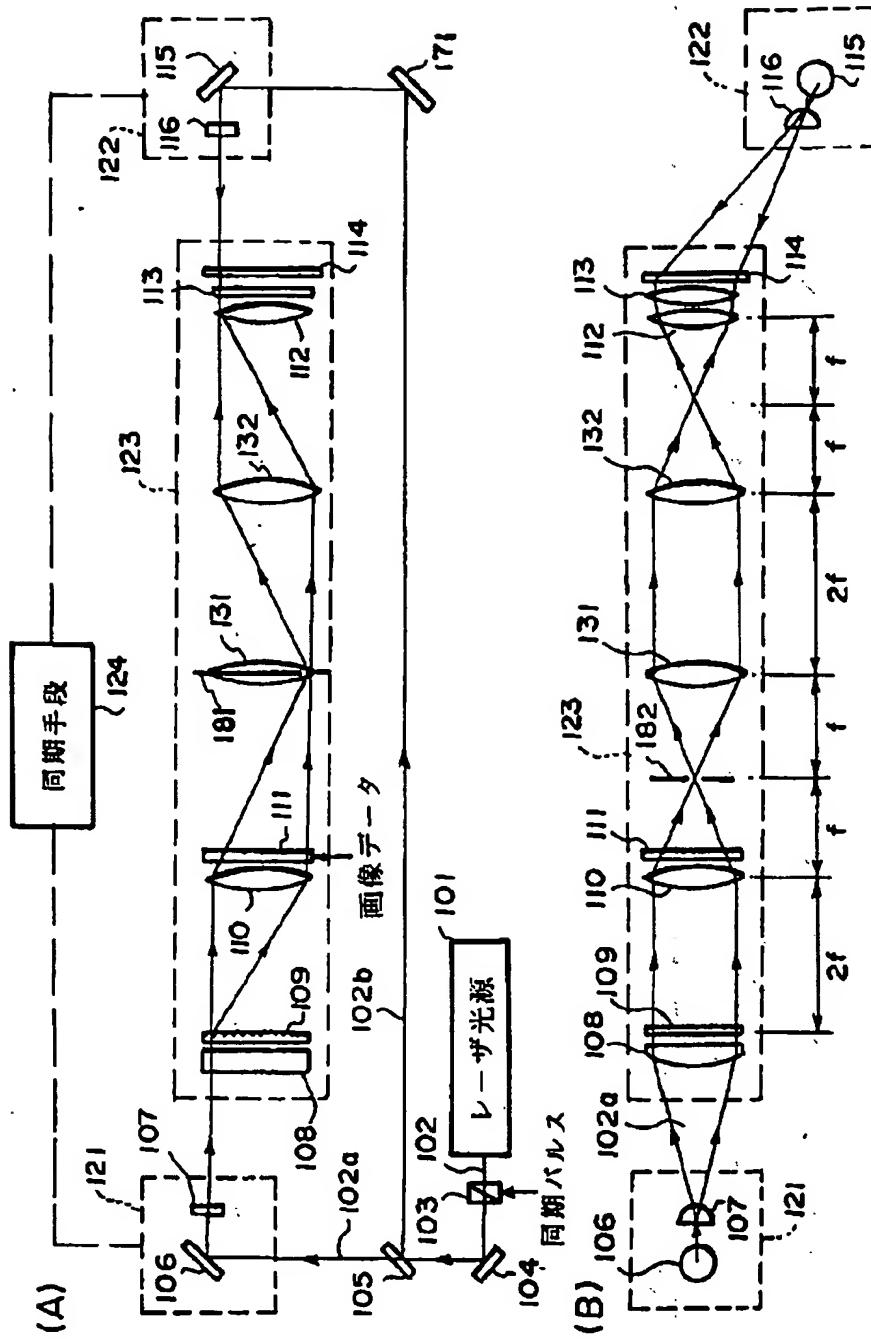
【図8】



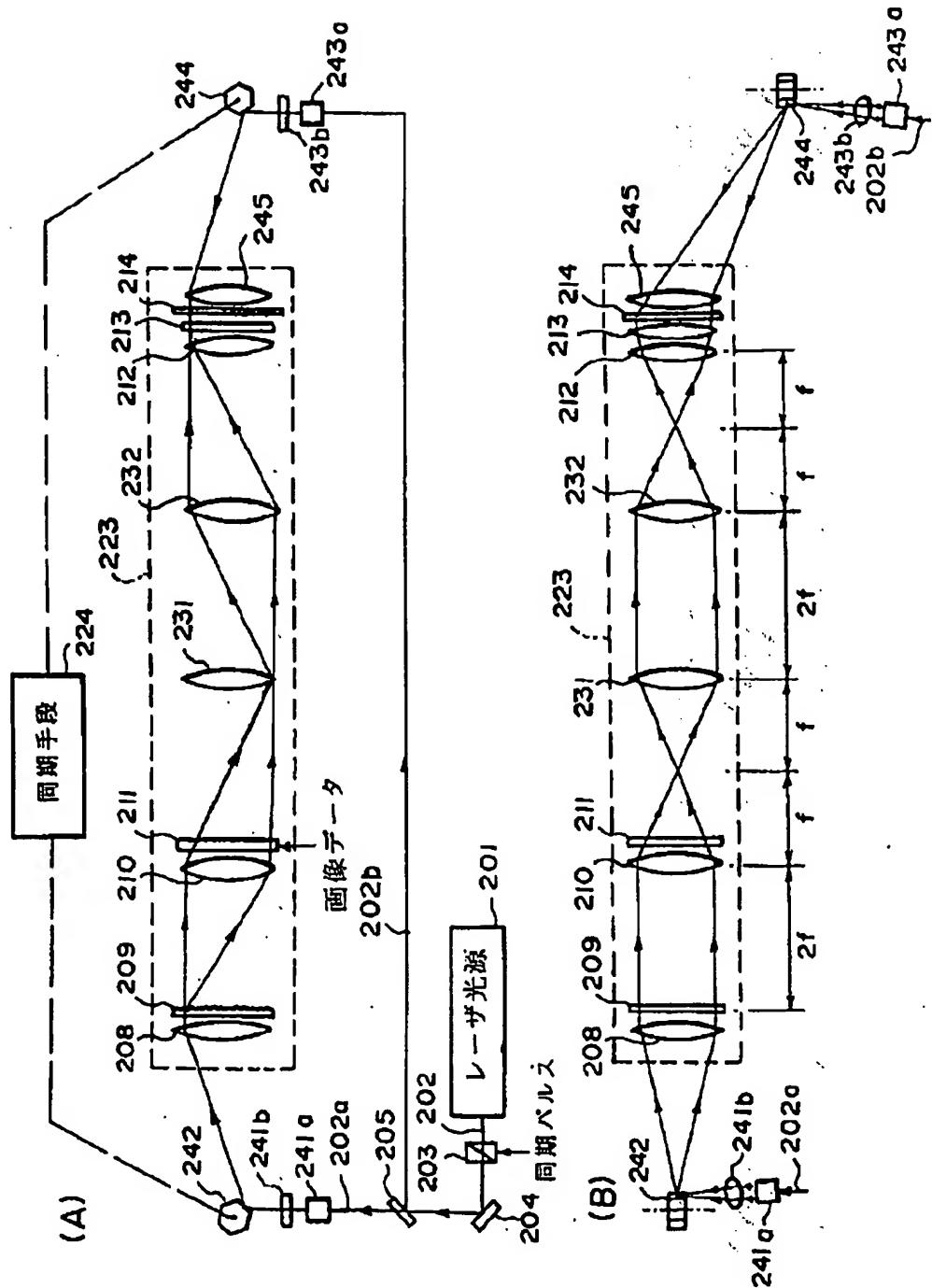
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

